

DIE ELEKTRIFIZIERUNG IN ENTWICKLUNGSLÄNDERN

**unter besonderer Berücksichtigung der
VEREINIGTEN ARABISCHEN REPUBLIK / ÄGYPTISCHE REGION.**

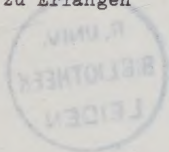
Jochen H o l z e r

München.

1961

DIE ELEKTRIFIZIERUNG IN ENTWICKLUNGSLÄNDERN
UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER
VEREINIGTEN ARABISCHEN REPUBLIK / ÄGYPTISCHE REGION

In a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n
zur Erlangung der Würde eines
Doktors der Staatswissenschaften
der Philosophischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
zu Erlangen



vorgelegt von

Jochen Holzer

aus München



Tag der mündlichen Prüfung: 27. Febr. 1961

Dekan: Universitätsprofessor Dr. Wilhelm L e t t e n b a u e r

Referent: Universitätsprofessor Dr. Rudolf S t u c k e n

Korreferent: Universitätsprofessor Dr. Gustav C l a u s i n g

Meiner lieben Mutter.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548813_0030

VORWORT

Die vielfältigen Entwicklungsprobleme der wirtschaftlich unterentwickelten Gebiete und Länder der Erde nehmen heute sowohl in der wirtschaftswissenschaftlichen Diskussion als auch in der politischen und wirtschaftspolitischen Praxis einen breiten Raum ein. Die Gründe für diese Erscheinung liegen auf der Hand. Mit der Verbesserung der gesamtwirtschaftlichen Situation dieser Länder stellt sich unserer Zeit zweifellos eine große Geschichtsaufgabe. Sie ist allerdings mehr als nur ein ökonomisches Problem. Sie ist darüber hinaus - eine Folge der ungewöhnlichen weltpolitischen Konstellation der Gegenwart - zu dem politischen Anliegen in der Auseinandersetzung zwischen Ost und West geworden. Die zukünftige Kräfteverteilung in der Welt wird sicherlich von dem Ausgang des ideologischen, politischen und wirtschaftlichen Ringens um diese Länder bestimmt.

Ganz gleichgültig, unter welchem Gesichtspunkt wir an die mit diesen Ländern verbundenen Fragen herantreten, wir werden immer wieder auf die wirtschaftlichen Unzulänglichkeiten stoßen, in denen alle übrigen Aspekte letztlich ihre Fluchtpunkte haben. Die vorliegende Arbeit behandelt nach ihrer Thematik nur einen kleinen Sektor des gesamten wirtschaftlichen Entfaltungsproblems dieser Länder. Mit der Elektrifizierung wird nur eine der vielen anderen Voraussetzungen wirtschaftlichen Wachstums angesprochen. Eine isolierte Darstellung des notwendigen elektrizitätswirtschaftlichen Entwicklungsverlaufs, ohne eine angemessene Berücksichtigung der postulierten gesamtwirtschaftlichen Wachstumsvorstellungen, stünde u. E. beziehungslos da. Es gilt also, das elektrizitätswirtschaftliche Teilgeschehen in das gesamtwirtschaftliche Wachstumsphänomen einzugliedern. Damit ergeben sich jedoch nicht unbeträchtliche Schwierigkeiten. Sie haben ihre Ursache vor allem in der unterschiedlichen Aufgabenstellung der durch diese Verschmelzung betroffenen wissenschaftlichen Disziplinen.

Die energie- bzw. elektrizitätswirtschaftliche Theorie bemüht sich zwar heute in zunehmendem Maße um eine ganzheitliche Betrachtungsweise. Die rein technische Orientierung wird mehr und mehr zugunsten einer Annäherung an die modernen wirtschaftswissenschaftlichen Fragestellungen aufgegeben. Trotzdem bindet die Eigenart dieses Wirtschaftszweiges jede wirtschaftswissenschaftliche Untersuchung an bestimmte technische Gegebenheiten. Das ist der Grund, weshalb elektrizitätswirtschaftliche Probleme, selbst bei Unterordnung unter gesamtwirtschaftliche

Überlegungen, nie ganz ihre Zwitterstellung zwischen der technischen und wirtschaftlichen Fachrichtung verlieren werden. Gleichzeitig muß diese Problematik unter den besonderen Verhältnissen der Entwicklungsländer angegangen werden.

Demnach wird mit dieser Arbeit ein ganzes Bündel z. T. völlig verschiedener Fragen aufgeworfen. In ihrer Koordinierung und Ausrichtung auf unsere Problemstellung - die Elektrifizierung als ein Entwicklungsfaktor zur wirtschaftlichen Entfaltung unterentwickelter Länder - sehen wir einen Teil unserer Aufgabe. Dabei wird naturgemäß den wirtschaftlichen Belangen der Vorrang gebühren.

Für die wirtschaftswissenschaftlichen Voraussetzungen zur Bearbeitung dieses Themas schulde ich der volkswirtschaftlichen Abteilung der Universität Erlangen und hier insbesondere meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Rudolf Stucken, großen Dank. Für die wertvollen Anregungen, die ich in zahlreichen Diskussionen mit Herrn Bernd Fischer und Herrn Direktor Otto Uitting von den energiewirtschaftlichen Grundsatzabteilungen des Hauses Siemens erhielt, bin ich beiden Herren zu großem Dank verpflichtet. Für die Mithilfe bei der z. T. nicht einfachen Materialbeschaffung danke ich verschiedenen Dienststellen des Hauses Siemens sowie der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke und der Forschungsstelle für Energiewirtschaft an der Technischen Hochschule Karlsruhe.

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT

A. EINFÜHRUNG

PROBLEMSTELLUNG / METHODE / ZUM AUFBAU	1
--	---

B. HAUPTTEIL	12
------------------------	----

I. ENTWICKLUNG UND GEGENWÄRTIGER STAND DER ELEKTRIFIZIERUNG DER VEREINIGTEN ARABISCHEN REPUBLIK / ÄGYPTISCHE REGION	12
--	----

1. Die administrative Organisation der Erzeugung und Verteilung von elektrischer Energie	12
2. Die Entwicklung des Stromverbrauchs	21
3. Die Entwicklung der Erzeugungskapazität	27
4. Die Kenndaten der Erzeugung als Maßstäbe zur Beurteilung des gegenwärtigen Stands	34
5. Der gegenwärtige Stand in der Fortleitung und Verteilung von elektrischer Energie	38
6. Das gegenwärtige Tarifsystern und Preisniveau in der ägyptischen Elektrizitätswirtschaft	39

II. GENERELLE ENTWICKLUNGSTENDENZEN DER ELEKTRISCHEN ENERGIE UND IHRE BEDEUTUNG IM WIRTSCHAFTLICHEN WACHSTUMSPROZESS UNTERENTWICKELTER LÄNDER	43
---	----

1. Der Wachstumsverlauf der Energiewirtschaft und die zunehmende Bedeutung der Edelennergie Elektrizität	43
2. Der Wachstumsverlauf der Elektrizitätswirtschaft als Komponente des gesamtwirtschaftlichen Wachstums in unterentwickelten Ländern	

Ein empirisch-analytischer Versuch zur Bestimmung
der elektrizitätswirtschaftlichen Wachstumsten-
denzen, -faktoren und -bedingungen aus der Sicht
entwickelter Länder und deren Elektrizitätser-
zeugung 49

a. Zur Theorie des elektrizitätswirtschaftlichen Wachstums	53
---	----

b. Der langfristige elektrizitätswirtschaftliche Entwicklungstrend in ausgewählten entwickelten Ländern	65
---	----

c. Der langfristige elektrizitätswirtschaftliche Entwicklungstrend in ausgewählten unterent- wickelten Ländern	70
--	----

d. Die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft als integrierter Bestandteil des gesamtwirtschaft- lichen Wachstums in ausgewählten entwickelten und unterentwickelten Ländern	74
--	----

3. Schlußfolgerung und Bedingung für die Entfaltung der Elektrizitätswirtschaft als Faktor einer postulierten gesamtwirtschaftlichen Entwicklung	77
4. Die Erfassung der Einflußfaktoren auf die zukünftige Bedarfsgröße an elektrischer Energie	83
5. Die Prognosemethoden zur numerischen Quantifizierung der genannten Einflußfaktoren und zur Bestimmung des zukünftigen Bedarfs	87
III. DIE ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNG DER ELEKTRIZITÄTSWIRTSCHAFT IN DER VEREINIGTEN ARABISCHEN REPUBLIK / ÄGYPTISCHE REGION	95
1. Die langfristige tendenzielle Bedarfsentwicklung . .	95
a. Stand und allgemeine Entwicklungsrichtung in der ägyptischen Wirtschaft	95
b. Die Erfassung besonderer Einflußfaktoren auf den Strombedarf	105
c. Die Prognose des Bedarfs an elektrischer Energie (langfristige Tendenzabschätzung)	110
2. Die Deckung des Bedarfs an elektrischer Energie . . .	119
a. Die primärenergiewirtschaftlichen Entwicklungsmöglichkeiten zur Deckung des Elektrizitätsbedarfs	119
b. Die geplanten Kraftwerke und ihr Beitrag zur Bedarfsdeckung	124
3. Die Beurteilung des geplanten Ausbaus der Erzeugungsanlagen im Hinblick auf die angenommene Bedarfsentwicklung	138
4. Der Netzausbau im Plan	146
IV. DIE BESTIMMUNG DES ZUKÜNFTIGEN INVESTITIONSVOLUMENS IN DER ELEKTRIZITÄTSWIRTSCHAFT DER VEREINIGTEN ARABISCHEN REPUBLIK / ÄGYPTISCHE REGION	149
1. Der Investitionsbedarf für die Erzeugungs- und Verteilungsanlagen	149
2. Beurteilung und Finanzierungsaspekte der Elektrizitätswirtschaftlichen Investitionen	157
C. SCHLUSSBETRACHTUNG	169
ANHANG	I
1. Tabellarischer Anhang	I
2. Übersicht über die wichtigsten Prognoseverfahren zur Bestimmung des Strombedarfs in Europa und den USA	II
3. Verzeichnis der Übersichten	V
4. Verzeichnis der Schaubilder	VII
5. Literaturverzeichnis	VIII

A. EINFÜHRUNG

PROBLEMSTELLUNG / METHODE / ZUM AUFBAU

Bei der Untersuchung der notwendigen und möglichen wirtschaftlichen Entfaltungsprozesse in unterentwickelten Ländern ¹⁾ geht es im Sinne von WILLIAM ARTHUR LEWIS um die Analyse der bewußten und planmäßigen Bemühungen, eine Steigerung der Leistungsfähigkeiten dieser Volkswirtschaften herbeizuführen. ²⁾ Damit wird ein echtes wirtschaftliches Wachstumsproblem angesprochen.

Wir könnten schon zu allem Anfang die resignierende Frage stellen, was uns all die in verschiedener Betrachtungsweise ³⁾ - sei es instrumental-theoretisch oder empirisch-analytisch oder kultursoziologisch - gewonnenen Erkenntnisse über bestimmte Wachstumsbedingungen nützen, wenn diese hier entweder gar nicht gegeben sind oder aber vorhandenen Entwicklungsmöglichkeiten gleichstarke Wachstumshemmnisse diametral entgegenstehen. Diese Skepsis kann mit dem Hinweis abgetan werden, daß allein das Wissen um die Wachstumsfaktoren die entscheidende Voraussetzung für die Verwirklichung des wirtschaftlichen Entfaltungsprozesses dieser Länder darstellt. Immerhin bleibt ein Geschmack von dem zurück, was die eigene Entwicklungssituation dieser Wirtschaftskörper kennzeichnet.

In der Tat wird die ganze Wachstumsproblematik dadurch charakterisiert, daß wir es nahezu bei allen Entwicklungsländern mit Engpaßvolkswirtschaften in mehrfacher Hinsicht zu tun haben. ⁴⁾ Das trifft

1) Die Bezeichnungen "unterentwickelte Länder oder Gebiete" oder "Entwicklungsländer" sollen im folgenden ohne abfälligen Beigeschmack verwendet werden. Diese Begriffe bringen nur einen im ökonomischen Bereich liegenden graduellen Unterschied gegenüber "entwickelten Ländern" zum Ausdruck.

2) Vgl. Lewis, W. A.: Die Theorie des wirtschaftlichen Wachstums, übersetzt im Auftrage der List-Gesellschaft von Prof. Dr. H. v. Beckerath, Tübingen - Zürich 1956, Vorwort.

3) Über die verschiedenen methodologischen Ansätze wachstumsanalytischer Untersuchungen vgl. Brandt, K.: Zur Theorie des wirtschaftlichen Wachstums, in: Zeitschrift für Nationalökonomie, Bd. XVII (1957), S. 341 ff.

4) Vgl. Guth, W.: Der Kapitalexport in unterentwickelte Länder, Basel - Tübingen 1957, S. 123.

für den weitgespannten gesellschaftlichen Rahmen ebenso zu, wie für die Faktoren innerhalb des engeren ökonomischen Datenkranzes. Für die wirtschaftliche Entwicklung dieser Länder genügt es jedoch nicht, den einen oder anderen Engpaß zu überwinden. Vielmehr kommt es darauf an, alle Faktoren im richtigen Verhältnis zueinander zu entfalten. ¹⁾ Darüber hinaus soll sich dieser Prozeß rasch, d. h. in kurzen, überschaubaren Zeiträumen vollziehen. Postulierte Zielsetzungen und gegebene Möglichkeiten kollidieren so auf das Ärgste. Hierin liegt die spezifische Entwicklungsproblematik dieser Länder.

Sie hat in ihrer gegenwärtigen geschichtlichen Erscheinung nur sehr wenig gemein mit den sich aus der inneren Dynamik entwickelter Wirtschaftskörper vollziehenden Prozessen. ²⁾ Das berechtigt zu einiger Skepsis gegenüber all jenen Versuchen, die die wirtschaftliche Entwicklung unterentwickelter Länder nur als Spezialfall einer allgemeinen Wachstumstheorie ansehen und die anstehenden Probleme mittels "Theorien von der Stange" lösen wollen. ³⁾

Vielmehr müssen die Entwicklungsprobleme aus der jeweiligen realtypischen Situation dieser Länder analysiert und angegangen werden. ⁴⁾ Eine alle Faktoren erfassende Gesamtanalyse des Phänomens "wirtschaftliches Wachstum" ist für die Zeichnung eines Aufrisses sicherlich sehr wertvoll. Sie kann und will jedoch nicht mehr als eine

1) Diese Feststellung entspricht im wesentlichen der Forderung nach der Wirtschaftsentwicklung auf breiter Grundlage - in der neueren Literatur unter dem Kurzbegriff des "balanced growth" zusammengefaßt - geht aber im erwähnten Sinne darüber hinaus, da hier das ganze Spektrum der Wachstumsfaktoren angesprochen wird. Vgl. Nurkse, R.: Problems of Capital Formation in Underdeveloped Countries, Oxford 1953, S. 21.

2) Vgl. Guth, W.: a. a. O., S. 93, Fußnote.

3) Gunnar Myrdal bringt diesen Gedanken ganz klar zum Ausdruck: " ... I have no illusions that it will ever be possible to fit such a general theory into a neat econometric model." Myrdal, G.: Economic Theory and Under-Developed Regions, 3. ed., London 1958, S. 101.
Deutsche Übersetzung: Myrdal, G.: Ökonomische Theorie und unterentwickelte Regionen, Stuttgart 1959.

4) Vgl. Myrdal, G.: a. a. O., S. 101.

oberflächliche Betrachtung der Einzelfragen sein. 1)

Daneben muß dann aber ergänzend die Beschäftigung mit diesen Einzelproblemen in intensiver Weise erfolgen. Es kann sich hierbei um die Auseinandersetzung mit den Fragen der Landreform oder dem so beliebten Thema des Kapitalwachstums und seiner Finanzierung ebenso gut handeln, wie um die Untersuchung einzelner institutioneller oder gesellschaftlicher Entwicklungsfaktoren. Dabei wird die grundsätzliche Bedeutung dieser speziellen Entwicklungsprobleme für den Wachstumsprozess aller dieser Länder unbestritten sein müssen. Aber selbst die Beschränkung der Analyse auf einzelne besondere Wachstumsfaktoren wird eine konkrete, numerische Aussage, die für alle Entwicklungsländer Gültigkeit besitzt, nicht zulassen. Dazu sind die Strukturunterschiede zwischen den einzelnen Ländern viel zu groß.

Die gleiche strukturelle Verschiedenartigkeit ist es auch, die die Bestimmung eines allgemeingültigen Maßstabs für das "Unterentwickelt-Sein" selbst vereitelt. 2) Die einschlägige Literatur begnügt sich daher meist mit der Aufzählung einer ganzen Reihe derartiger Kriterien, wie niedriges Pro-Kopf-Einkommen, geringe Investitionsquote, wenig differenzierte Produktionsstruktur, Möglichkeiten in der Ausschöpfung produktiver Reserven usw. 3) Für zahlreiche Länder kommen alle diese Punkte in Betracht, für andere ist nur der eine oder andere Umstand eine Rechtfertigung für ihre Zuordnung zu dem Begriff der "Entwicklungsländer". Das wäre weiter nicht so schlimm, da es sich sehr leicht und in weniger abstrakter Form auf die internationale Auffassung der in diesen Bereich fallenden Länder einigen läßt. 4)

1) Die "Oberflächlichkeit" wird von derartigen Autoren bewußt in Kauf genommen, da ihre Zielsetzung darin besteht, allgemeingültige Aussagen über das Gesamtphänomen zu treffen.
Vgl. Lewis, W. A.: a. a. O., S. VI.

Immerhin wird durch diese Problematik deutlich, warum in der Literatur nur sehr wenige umfassende Werke über den gesamten Problemkreis des wirtschaftlichen Wachstums bestehen. Die Schwierigkeit verschiedene methodologische Betrachtungsweisen auf das ganze Spektrum verschiedener geschichtlicher Entwicklungsphasen mit ihren von Land zu Land (also auch räumlich) gegebenen strukturellen Unterschieden anzusetzen und zu allgemeingültigen Aussagen zu kommen, ist sehr groß. Die Ergebnisse können und müssen daher allgemein bleiben.

2) Vgl. Viner, J.: International Trade and Economic Development, Glencoe (Illinois) 1952, S. 126 ff.

3) Vgl. Guth, W.: a. a. O., S. 71.

4) Danach rechnen hierzu insbesondere die süd- und mittelamerikanischen Staaten, weite Bereiche Afrikas, süd- und südostasiatische Länder, die Länder des Mittleren und Nahen Ostens, sowie Teile Südosteuropas.
Vgl. Guth, W.: a. a. O., S. 72.

Das Übel liegt tiefer. Die gleichen strukturellen Unterschiede, die eine allgemeingültige Begriffsbestimmung erschweren, machen auch eine umfassende wirtschaftliche Typologie dieser Länder nahezu unmöglich. Die wirtschaftliche Gruppenbildung wird je nach der Betrachtungsweise und dem Gegenstand der Analyse völlig verschieden ausfallen. Das bedeutet aber für die Analyse selbst eine ganze Skala unterschiedlicher Voraussetzungen und demnach Lösungsmöglichkeiten. Diese kurzen Ausführungen lassen die Einschränkungen erkennen, die gegenüber einer die Gesamtheit der Entwicklungsländer umspannenden Theorie gemacht werden müssen. 1) Dabei ist es unwichtig, ob das gesamte Entwicklungsproblem oder nur der eine oder andere Teilbereich von einer derartigen Theorie erfaßt werden soll. Wichtig ist, daß mit ihr - ähnlich wie mit der entwickelte und unterentwickelte Länder umfassenden Wachstumsanalyse - nur Aussagen in "oberflächlicher" Allgemeingültigkeit möglich sind. Trotz dieser Grenzen kann der Wert einer derartigen Aussage nicht bestritten werden. Sie vermag nur nicht u n m i t t e l b a r auf den konkreten Fall, d. h. also ein ganz bestimmtes Entwicklungsland mit all seinen eigenen Gegebenheiten und Entwicklungszielen, übertragen zu werden.

Der Zwiespältigkeit, vor der wir demnach selbst bei der Analyse einzelner, besonderer Entwicklungsfaktoren stehen, versucht die vorliegende Arbeit gerecht zu werden. Auch sie behandelt vorrangig ein solches Einzelproblem, das seine generelle und spezielle Seite hat. Seine generelle Problemstellung besteht in der Herausarbeitung der Bedeutung und Funktion der elektrischen Energie als Faktor in der Entwicklung unterentwickelter Länder. Die Allgemeingültigkeit, die in dieser Aussage grundsätzlich liegen muß, soll dann in spezieller Aufgabenstellung an einem konkreten Fall, einem bestimmten Land, (Ägypten) mit all seinen eigenen Entwicklungsbedingungen verifiziert werden.

Beide Fragenkreise und ihre Beantwortung sind gleichermaßen wichtig. Der erste Fragenkomplex wird sich mit den grundsätzlichen Proportionen befassen, denen die Elektrizitätswirtschaft im Rahmen eines postulierten gesamtwirtschaftlichen Wachstums folgen muß. Der zweite wird diese Proportionen beispielhaft am Falle Ägyptens zeigen. Immer, wenn von der Priorität bestimmter Bereiche und der Überwindung "entscheidender" Engpässe dieser Volkswirtschaften die Rede ist, finden wir in der Literatur einmütig die Hinweise auf den vorrangigen

1) Vgl. Teichert, P. C. M.: Die Problematik einer allgemeingültigen Entwicklungstheorie für unterentwickelte Gebiete, in: Wirtschaftsdienst, Januar 1957, S. 19 ff.

Ausbau der "Grundlagen- oder Infrastruktur". ¹⁾ Es wird darunter im wesentlichen das Verkehrsnetz, die Energieversorgung und die sonstigen "public utilities", wie sie mit dem Bau von Schulen, Universitäten, Hospitälern usw. hinreichend gekennzeichnet sein mögen, verstanden. ²⁾

Es ist sicherlich richtig, daß ohne dieses "framework" der Ertrag des in anderen Bereichen der Wirtschaft investierten Kapitals stark beeinträchtigt wird. Ohne eine entsprechende Entfaltung des Verkehrsnetzes ist es einfach nicht möglich, die lokale Geschlossenheit der Märkte überregional und volkswirtschaftlich aufzulockern, Erzeuger und Verbraucher einander näher zu bringen, ungenutzte Rohstoffe der Bearbeitung zuzuführen. Von der Besserung des allgemeinen Bildungsniveaus werden die für den Wachstumsprozess notwendigen geistigen und technisch-organisatorischen Fähigkeiten bestimmt. Von einer angemessenen Energieversorgung hängt es ab, inwieweit die im agrarischen und/oder industriellen Bereich angestrebten Produktivitätssteigerungen wirtschaftlich in die Wege geleitet werden können.

So läßt sich über die Priorität dieser Erschließungsinvestitionen kaum streiten. Jedoch über die Vielfalt aller Wachstumsfaktoren betrachtet, ist auch dem Sektor der Infrastruktur bestenfalls die Funktion eines "primus inter pares" zuzuordnen.

Im Rahmen dieses Bereiches interessieren uns thematisch die notwendigen Entwicklungsprozesse der Energiewirtschaft und in ihr die der elektrischen Energie. Die Energiewirtschaft ist dabei durchaus das weitere Feld. In ihr kommt die gesamte Energieversorgung eines Landes " ... unter rationellster Ausnützung der zur Verfügung stehenden Energiequellen" ³⁾ zum Ausdruck. Sie umfaßt die gesamte Förderung und Nutzbarmachung der Rohenergie aller Art, deren Umwandlung in die veredelte Form sowie die Anwendung der Endenergie in der vom Ver-

1) Vgl. Hierzu beispielhaft: UN: Processes and Problems of Industrialization in Under-Developed Countries, New York 1955, S. 11 ff.

Youngson, A. J.: Possibilities of Economic Progress, Cambridge 1959, S. 69 ff.

Tinbergen, J.: The Design of Development, Baltimore 1958, S. 6.

Guth, W.: a. a. O., S. 97.

Für die gleiche Sache sind eine Reihe mehr oder weniger bezeichnender Begriffe gebräuchlich, wie "framework", "basic development", "social overhead capital" und "public utilities".

2) Vgl. Lewis, W. A.: a. a. O., S. 233 f.

3) Musil, L.: Praktische Energiewirtschaftslehre, Wien 1949, S. 2.

braucher gewünschten Form der Nutzenergie. Im engeren Sinne wird in ihr also nur die technische und wirtschaftliche Seite der Energiebedarfsdeckung angesprochen; im weiteren Sinne schließt sie auch "die weitere Industrie der Einrichtungen aller Art für die Umwandlung von Energieträgern in die gewünschten Energieformen und dazu den Handel mit diesen Energiewandlern bis zu deren Installation ein" ¹⁾.

An dieser Stelle ist es angebracht, kurz auf das begriffliche Instrumentarium der Energiewirtschaft einzugehen. Erst dadurch wird die besondere Stellung der elektrischen Energie innerhalb der verschiedenen Energieträger deutlich.

In jeder Volkswirtschaft wird Energie in sehr verschiedenen Formen verwendet. "Der Energiebedarf ist daher nicht ein Bedarf nach einem einheitlichen Produkt." ²⁾ Dabei ist ein für die Energiewirtschaft charakteristischer Sonderfall gegeben: Dem Verbraucher wird nicht unmittelbar das gewünschte Energieprodukt angeboten, sondern er muß es sich aus mindestens zwei, in ihrer Art sehr verschiedenen Produkten, nämlich dem Energieträger und dem Energieumwandlungsgerät, selbst bereiten. ³⁾ Die Energiebedürfnisse des Verbrauchers äußern sich in seinem Verlangen nach bestimmten **N u t z e n e r g i e n**, d. h. also nach gewissen physikalischen Erscheinungsformen der Energie, mittels derer in bestimmtem Umfang Arbeit geleistet werden kann. Diese Nutzenergien sind in Anlehnung an MUSIL: **W ä r m e , m e c h a n i s c h e E n e r g i e (Kraft), c h e m i s c h - g e b u n d e n e E n e r g i e** und **k ü n s t l i c h e B e l e u c h t u n g (Licht)**. ⁴⁾ Sie können aber vom Verbraucher nicht direkt bezogen werden, sondern sind zunächst an die einzelnen **E n e r g i e t r ä g e r** gebunden. Erst mit einem entsprechenden Energieumwandlungsgerät kann die Nutzenergie vom Energieträger befreit werden. ⁵⁾

Die **E n e r g i e t r ä g e r** lassen sich grundsätzlich in verschiedene **E n e r g i e a r t e n** (Elektrizität, gasförmige, flüssige, feste Energiearten) einteilen. Dem Energiebedarf, der sich in verschiedenen Nutzenergiearten äußert, stehen demnach verschiedene Energieträger gegenüber, die hinsichtlich ihrer **B e a r b e i t u n g** und **G e b r a u c h s f ä h i g k e i t** auf verschiedener Stufe stehen. Unter diesem Gesichtspunkt ergibt sich für die Energieträger die Einteilung in **K o h -** und **E d e l e n e r g i e**. Unter Rohenergie wird

1) Mueller, H. F. und Schaefer, H.: Energiewirtschaftliche Begriffe, Definitionen und Maßgrößen, in: Praktische Energiekunde, 4. Jg. (1956), H. 2, S. 138.

2) Wessels, Th.: Die voraussichtliche Entwicklung des Energiebedarfs in westdeutschland, in: Das Wachstum des Energiebedarfs in volkswirtschaftlicher und betriebswirtschaftlicher Sicht, Tagungsberichte des Energiewirtschaftlichen Instituts an der Universität Köln, H. 9, München 1957, S. 14.

3) Vgl. Mueller, H. F.: Versuch einer theoretischen Grundlegung der Energiewirtschaftslehre, in: Praktische Energiekunde, 2. Jg. (1954), H. 6, S. 481.

4) Vgl. Musil, L.: a. a. O., S. 5.

5) Vgl. auch Beckmann, ohne Vorname :Zur Definition einiger Energiebegriffe, in: Energietechnik, 9. Jg. (1959), H. 5, S. 227.

der in der Natur objektiv vorhandene Energieträger verstanden (z. B. die Varianten der Kohle, Torf, Holz, Erdgas, Erdwärme, Wasser- und Windkraft, neuerdings Uran). 1) Sie enthält meist sehr viele Ballaststoffe und ist daher für die Mehrzahl der Energieverwendungszwecke aus technischen und/oder wirtschaftlichen Gründen ungeeignet. Sie muß folglich, unter wirtschaftlich vertretbaren Umständen, gebrauchsfähiger gemacht werden. Das geschieht durch Energieumwandlungsprozesse in Edelenergie. Das Kriterium der Edelenergie ist dabei immer die Verbesserung der Gebrauchsfähigkeit und die Befriedigung möglichst vieler Nutzenergiearten. Während also ein Teil der Rohenergie in einem einstufigen Umwandlungsprozess (z. B. Kohle im Herd in Wärme) mit dem entsprechenden Umwandlungsgerät in die gewünschte Energieform umgesetzt werden kann, ist es ebensogut möglich, in zwei oder mehrstufigen Umwandlungsprozessen (z. B. Kohle $\rightarrow$ Wärme $\rightarrow$ Elektrizität $\rightarrow$ Wärme) die gleiche Nutzenergie zu erhalten. Die große Zahl von Kombinationsmöglichkeiten zwischen Rohenergiearten und Verbrauchsformen hat eine Vielfalt von Variationen der Umwandlungsprozesse zur Folge, wobei je nach dem Stadium der Umwandlung von Primär-, Sekundär-, Tertiärenergie gesprochen wird. Der in die Endstufe des Verbrauchs eingehende Energieträger wird auch als Endenergie bezeichnet. 2)

Beim Vergleich der möglichen Umwandlungswege, die von der Rohenergie zur Nutzenergie führen, ergibt sich, daß für den Zwischenzustand Elektrizität alle Rohenergiearten als Ausgangsprodukte verwendbar sind. Außerdem kann die Elektrizität aber auch in alle Verbrauchsformen der Energie überführt werden. "In dieser Mannigfaltigkeit des Einsatzes der elektrischen Energie liegt ihre wesentliche Bedeutung; sie ermöglicht jene Freizügigkeit in der Heranziehung der zur Verfügung stehenden Energiequellen, die erst die Voraussetzung für eine rationelle Energieversorgung innerhalb einer Volkswirtschaft bilden. " 3) Die Elektrizität ist also hinsichtlich ihres Anwendungsbereichs die hochwertigste Energieart.

Es ist daher üblich, der Elektrizitätswirtschaft, als dem Teil der Energiewirtschaft, "der sich planmäßig technisch und wirtschaftlich mit der Erzeugung, Umspannung, Übertragung und Verteilung der elektrischen Energie befaßt" 4), eine eigene Studie zu widmen. 5)

1) Vgl. Musil, L.: a. a. O., S. 9.

2) Vgl. Wessels, Th.: Die voraussichtliche Entwicklung des Energiebedarfs ..., a. a. O., S. 14.

3) Musil, L.: a. a. O., S. 16.

4) Mueller, H. F. und Schaefer, H.: Energiewirtschaftliche Begriffe ... , a. a. O., S. 143.

5) Vgl. Musil, L.: a. a. O., S. 37.

Dabei wäre hier im weiteren Sinne eine Einbeziehung der Unternehmen, die sich mit der Herstellung, dem Handel und der Installation der notwendigen Umwandlungsgeräte befassen, denkbar. Die einschlägige Elektrizitätswirtschaftliche Literatur macht jedoch von dieser Möglichkeit keinen Gebrauch. ¹⁾ Wir werden dieser Handhabung folgen.

Immerhin sind für die konkrete Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft eines Landes seine energiewirtschaftlichen Möglichkeiten von entscheidender Bedeutung. Daher wird an entsprechender Stelle der Arbeit eine angemessene Berücksichtigung dieser Fragen zu erfolgen haben.

Wir haben als grundsätzliche Problemstellung die Bestimmung der Proportionen bezeichnet, denen die Elektrizitätswirtschaft der Entwicklungsländer bei einem ganz bestimmt postulierten gesamtwirtschaftlichen Wachstumsverlauf folgen muß.

Das Wissen um diese Proportionen ist aus zweierlei Gründen wichtig: Einmal hängt von dem genügenden Ausbau des Elektrizitätswirtschaftlichen Erzeugungs- und Verteilungssystems die reibungslose Versorgung nachgelagerter Verbrauchergruppen ab; zum anderen bindet jede Überdimensionierung dieses Ausbaus zwecklos Investitionsmittel. Angesichts des großen Kapitalmangels der Entwicklungsländer ist jener letzte Gesichtspunkt u. E. gleichwertig neben den ersten zu stellen.

Die hohe Kapitalintensität der Elektrizitätswirtschaft und die langen Reifezeiten ihrer Ausbauprojekte ²⁾ bedingen im allgemeinen den ungünstigen Kapitalkoeffizienten dieser Investitionen. Hinzu kommt ihr hoher Importgehalt, eine Folge davon, daß die entsprechenden Investitionsgüterindustrien in diesen Ländern fehlen. Beide zusammen wirken als Determinanten entscheidend auf die allgemeine Wachstumsrate ein ³⁾ und sind in ihrer Wirkung dem Expansionseffekt, der von diesen Investitionen selbst ausgeht, entgegengerichtet.

1) Vgl. z. B. Krönke, H. - Plochg, P. - Wissel, P.: Die Kosten- und Ertragslage der Elektrizitätswirtschaft im Bundesgebiet, Enquête-Bericht dem Bundesministerium für Wirtschaft erstattet, Frankfurt a. M. 1952, S. 21.

2) Der Ausbau von Wärmekraftanlagen liegt im Durchschnitt bei zwei, der von Wasserkraftwerken bei vier Jahren. In Einzelfällen (Großprojekte) sind längere Bauzeiten möglich.
Vgl. Bericht an Europäischen Wirtschaftsrat (OEEC), in: Elektrizitätswirtschaft (im folgenden EW), 52. Jg. (1953), H. 21, S. 648.

3) Vgl. Guth, W.: a. a. O., S. 135.

Wenn also der Ausbau der Elektrizitätsversorgung - neben dem Transportwesen - als " ... the most important requirements of the secondary industry ... " ¹⁾ bezeichnet, m. a. W. die Entwicklung der nachgelagerten Wirtschaftszweige nur im Sog der Energieversorgung gesehen wird, so ist das u. E. eine einseitige Sicht.

In gleichem Maße wird die Entwicklung der verschiedenen Verbrauchergruppen die Elektrizitätswirtschaftliche Wachstumsrate bestimmen; in welcher Größenordnung - und das ist für die Dimensionierung des Ausbaus wesentlich - hängt vom jeweiligen Stadium der Entwicklung ²⁾, der Richtung der angestrebten Prozesse (Industrialisierung und/oder Agrarisierung) und der zeitlichen Zusammendrängung dieser Entwicklung ab.

Bei der Erarbeitung der Elektrizitätswirtschaftlichen Wachstumsproportionen ist es mit abstrakten, theoretischen Überlegungen nicht getan. Vielmehr muß daneben die Beobachtung der Wirklichkeit treten. Die Elektrizitätswirtschaft ist ein relativ junger Wirtschaftszweig, dessen langfristige Zurückverfolgung statistisch nur bei den entwickelten Ländern möglich ist. Es ist daher naheliegend, aus den Erfahrungen, die diese Länder beim Ausbau der Elektrizitätsversorgung im Verhältnis zu ihrer gesamtwirtschaftlichen Entwicklung gemacht haben, gewisse generelle Entwicklungstendenzen abzuleiten. Dabei müssen wir uns aber bewußt bleiben, daß es sich bei diesen geschichtlichen Prozessen heute entwickelter Länder um Erscheinungen handelt, die keineswegs unmittelbar auf die Gegebenheiten der Entwicklungsländer übertragen werden können. Die Ableitung dieser für die Entwicklungsländer eigenen Entwicklungstendenzen wird daher in einem weiteren Schritt zu vollziehen sein. ³⁾

Die in der Untersuchung zu wählenden Methoden ergeben sich hiermit

1) UN: Processes and Problems of Industrialization ..., a. a. O., S. 13.

2) Hier ist etwa an die von Stucken skizzierte Form einzelner Entwicklungsstadien zu denken.

Vgl. Stucken, R.: Ägypten und Syrien, Entwicklungsbedingungen und Entwicklungschancen, als Manuskript gedruckt, Erlangen, S. 15 ff.

Vgl. auch Guth, W.: a. a. O., S. 119.

3) Damit entsprechen wir der vorangehend geäußerten Skepsis gegenüber einer allgemeinen, entwickelte wie unterentwickelte Länder umfassenden Wachstumsaussage.

von selbst.

Der Versuch, aus dem bisherigen Entwicklungsprozess der Elektrizitätswirtschaft in heute entwickelten Ländern Rückschlüsse auf den notwendigen Verlauf in unterentwickelten Ländern zu ziehen, bedeutet zwangsläufig die Untersuchung realtypischer Gegebenheiten und die empirisch-statistische Betrachtung ganz bestimmter Entwicklungsreihen.¹⁾ Jedoch sowohl die Auswahl der zu untersuchenden Größen als auch ihre Beurteilung im Hinblick auf die Zielsetzung eines harmonischen Wachstums zwischen Elektrizitäts- und Gesamtwirtschaft ("balanced growth" in unserer Sicht) erfordert wachstumstheoretische Überlegungen. Oder wie EUCKEN es genereller formuliert hat: "Der geschichtliche Charakter des Problems verlangt Anschauung, Intuition, Synthese, Verstehen, Einfühlung in individuelles Leben; der allgemein-theoretische Charakter indessen fordert rationales Denken, Analyse, Arbeiten mit gedanklichen Modellen."²⁾

Der Aufbau der Arbeit gestaltet sich entsprechend unseren beiden Problemkreisen:

Im ersten Kapitel soll kurz ein Überblick über die bisherige Entwicklung und den Stand der ägyptischen Elektrizitätswirtschaft gegeben werden. Damit wird es gleichzeitig möglich sein, die begrifflichen Schwierigkeiten sowie die technischen und wirtschaftlichen Eigenarten dieses Wirtschaftszweigs am konkreten Fall zu klären.

Im zweiten Kapitel weitet sich dann die Betrachtungsweise zu einer vergleichenden Analyse des elektrizitäts- und gesamtwirtschaftlichen Wachstumsprozesses entwickelter und unterentwickelter Länder aus. Das Ergebnis dieser Untersuchung soll die Feststellung bestimmter Proportionen zwischen elektrizitäts- und gesamtwirtschaftlicher Entwicklung sein. Weiterhin sollen hier die grundsätzlichen Einfluß-

1) Auf die zunehmende Bedeutung dieser Methode, die sich nicht auf die Beschreibung abgelaufener Prozesse beschränkt, sondern die Prämissen instrumental-theoretischer Modelle auf ihre Realitätsbezogenheit prüft, weisen insbesondere C. Clark und W. G. Hoffmann hin. Vgl. Clark, C.: The Conditions of Economic Progress, 3. ed., London 1957, S. 6.

Vgl. Hoffmann, W. G.: Zur Realitätsbezogenheit wachstums-theoretischer Annahmen, in: Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik Jg. 92 (1956), S. 432 ff.

2) Eucken, W.: Die Grundlagen der Nationalökonomie, 6. Auflage, Berlin - Göttingen - Heidelberg 1950, S. 22 f.

faktoren auf den zukünftigen Bedarf an elektrischer Energie in Entwicklungsländern herausgearbeitet werden. Dem schließt sich eine Besprechung der verschiedenen Prognosemethoden an, die besonders für die Abschätzung der zukünftigen Stromverbrauchsgröße in diesen Ländern geeignet erscheinen.

Im dritten Kapitel können wir, aufbauend auf den Ergebnissen des zweiten, diese Erkenntnisse am Beispiel der Vereinigten Arabischen Republik / Ägyptische Region ¹⁾ deutlich werden lassen. Nach der Abschätzung des zukünftigen Stromverbrauchs in Ägypten werden wir uns der Frage zuwenden, wie dieser Bedarf durch den geplanten Ausbau der Erzeugungs- und Verteilungsanlagen gedeckt werden soll.

In einem abschließenden vierten Kapitel werden wir uns mit dem voraussichtlichen Investitionsvolumen der ägyptischen Elektrizitätswirtschaft befassen. Die elektrizitätswirtschaftlichen Investitionen müssen sich als wertmäßiges Spiegelbild der sachseitigen Entwicklung harmonisch in die Größe der Gesamtinvestitionen einpassen. Die unter diesem Gesichtspunkt erfolgende Beurteilung sowie die Kennzeichnung ihres unmittelsbaren Importanteils und der Möglichkeit ihrer Finanzierung werden zu einer Abrundung des Bildes beitragen.

1) Der Zusammenschluß zwischen Ägypten und Syrien erfolgte am 1. 2. 1958 zur Vereinigten Arabischen Republik (VAR). Im Text werden die Bezeichnungen "Ägyptische Region" und "Ägypten" synonym verwendet.

B. HAUPTTEIL

I. ENTWICKLUNG UND GEGENWÄRTIGER STAND DER ELEKTRIFIZIERUNG DER VEREINIGTEN ARABISCHEN REPUBLIK / ÄGYPTISCHE REGION

Der Zweck dieses Kapitels besteht darin, in möglichst gedrängter Form einen Überblick über die bisherige Entwicklung und die realtypischen Gegebenheiten der Elektrizitätswirtschaft unseres eigentlichen Untersuchungsobjektes zu geben.

Dazu gehören neben organisatorisch-administrativen Fragen die Entwicklung des Stromverbrauchs, der -erzeugung, -fortleitung und -verteilung.

Eine derartige Untersuchung steht und fällt mit dem Zahlenmaterial, das man ihr zugrundelegt. Eine der Hauptaufgaben dieses ersten Teils ist es also, aus den mannigfaltigen statistischen Angaben in Recherchen und allgemeinen Publikationen durch Gegenüberstellungen und Vergleiche stichhaltiges Zahlenmaterial zu ermitteln und auszuwerten.

Damit wird der Grundstein gelegt, der in Verbindung mit den analytischen Erkenntnissen des zweiten Kapitels, eine numerische Quantifizierung der aus der gesamtwirtschaftlichen Sicht notwendigen elektrizitätswirtschaftlichen Entwicklung Ägyptens zuläßt.

Gleichzeitig wird es möglich, an entsprechender Stelle auf die technischen und wirtschaftlichen Eigenarten dieses Wirtschaftszweiges einzugehen. Dieses Verfahren halten wir für geeigneter als das Aufstellen eines Begriffsregisters, das von Fall zu Fall nachgeschlagen werden müßte.

1. Die administrative Organisation der Erzeugung und Verteilung von elektrischer Energie

Das aufgegriffene Organisationsproblem soll in erster Linie nicht als innerbetriebliches Verwaltungsproblem, sondern vielmehr als Frage nach der zweckmäßigen Ordnung der Elektrizitätsversorgungseinrichtungen im Sinne einer optimalen Anpassung an die im Entwicklungsprozess auftretenden Erfordernisse gestellt werden.

Hieraus ergibt sich, daß wir die mannigfaltigen Organisationsformen auf die Bedingungen hin zu prüfen haben, denen sie im Rahmen ihrer

gegenwärtigen und zukünftigen Versorgungsaufgaben gerecht werden müssen. Das ist ein grundsätzliches Problem. Im Falle Ägyptens wird dann zu fragen sein, inwieweit die gewählte Organisation diesen Überlegungen entspricht.

Die Aufgaben, vor die die Elektrizitätsversorgungsunternehmen (im folgenden: EVU) im Zuge der Entwicklung gestellt werden, sind so verschiedener und sich ständig ändernder Natur, daß die zu treffenden Entscheidungen häufig von der Wirklichkeit überholt werden.

So erscheint die Skizzierung eines großräumig angelegten Entwicklungsplans über den Ausbau von Kraftwerken und Stromverteilungsnetzen unter Berücksichtigung des zu erwartenden Bedarfs oft als der einzig beschreibbare Weg. Die Stromverbrauchsentwicklung wird jedoch - in räumlicher, zeitlicher und quantitativer Hinsicht - von einer Fülle von Imponderabilien beeinflusst. Trotzdem muß aus gesamtwirtschaftlichen Gründen der effektive Bedarf jederzeit gedeckt werden können. Demnach folgt als erste an die Organisation zu stellende Bedingung das Prinzip einer koordinierten Versorgungspolitik.

Weiterhin kann festgestellt werden, daß ein Plan - in der unserer Untersuchung zugrunde liegenden pluralistischen Wirtschaftsordnung - nichts anderes sein kann als ein rohes Gerüst. Die Einfügung der einzelnen Bausteine wird erst im Verlaufe der realen Entwicklung möglich sein. Folglich wird es von der genügenden Flexibilität der gewählten Organisation abhängen, inwieweit der Rahmenplan den sich ändernden Gegebenheiten gerecht wird.

Wie bereits einleitend zum Ausdruck gebracht, bestehen die entscheidenden Charakteristika elektrizitätswirtschaftlicher Investitionen in der Höhe des dafür erforderlichen Kapitalaufwands, in ihren langen Reifezeiten bis zum Kapazitätseffekt und in der auch dann nur geringfügigen Verzinsung des eingesetzten Kapitals. ¹⁾ Die Frage der Kapitalaufbringung erscheint uns daher als das für die zu wählende Organisation entscheidende Problem.

1) Die Verzinsung des eingesetzten Kapitals wird im wesentlichen durch den Kapitalumschlagskoeffizienten bestimmt. Dieser ist eine Meßziffer, die das Verhältnis des Umsatzes zu dem eingesetzten Kapital zum Ausdruck bringt. Nach Untersuchung einiger europäischer Länder nennt Königshofer einen durchschnittlichen Kapitalumschlag von 4 - 5 Jahren, der im Falle der bewußt niedrig zu haltenden Tarifpolitik in den Entwicklungsländern noch ungünstiger liegen dürfte.

Vgl. Königshofer, E.: Kurzgefaßte Elektrizitätswirtschaftslehre, Wien 1952, S. 104.

Die einschlägige Fachliteratur ist sich darüber einig, daß derartige Investitionen, die das Fundament im Wachstumsprozess abgeben, nicht mit den Maßstäben einer unmittelbaren Aufwands- und Ertragsrechnung beurteilt werden können.¹⁾ Ihre Wirtschaftlichkeit liegt in der günstigeren Ertragsgestaltung nachgelagerter Wirtschaftszweige. Immerhin verlangt allein der Umfang der Investitionen eine wirtschaftliche Betriebsweise, die von den entsprechenden Institutionen zu verlangen ist.

Die Fülle der einzelnen Organisationsformen läßt sich unter verschiedenen Gesichtspunkten auf zwei grundsätzliche, jeweils im Extrem liegende Entscheidungen zurückführen. Unter ordnungspolitischem Aspekt liegt die Entscheidung zwischen den beiden Möglichkeiten, die Elektrizitätsversorgung durch die Privatinitiative oder aber durch die Öffentliche Hand wahrzunehmen. Unter rein organisatorischer Fragestellung läßt sich eine zentrale oder dezentrale Versorgung denken. Dabei ist die letztere Einteilung für jeden der beiden erstgenannten Fälle möglich.

In ihren ersten Anfängen war die Elektrizitätswirtschaft in den heute entwickelten Ländern ein in gewinnbringender Absicht von der Privatinitiative erfaßter Wirtschaftszweig.²⁾ Mit zunehmender Bedeutung und steigendem Kapitalkaufwand trat neben die Privatinitiative ordnend und verordnend die öffentliche Hand. Diese Entwicklung ist nicht unbedingt in allen Ländern gleich stark verlaufen, aber sie zeichnet sich doch als Tendenz ab.

So haben wir z. B. mit England und Frankreich zwei typische Vertreter einer sehr straff staatlich und zentral organisierten Elektrizitätsversorgung vor uns. In Frankreich werden die Aufgaben der Stromerzeugung, -fortleitung und -verteilung von einer einzigen staatlichen Institution, der "Électricité de France" wahrgenommen.³⁾ In England

1) Vgl. Guth, W.: a. a. O., S. 97.

2) Vgl. Keller, Th. v.: Gesichtspunkte für die Gestaltung der Elektrizitätsversorgung und der Elektrizitätspreise in Entwicklungsländern, Weltkraftkonferenz (im folgenden kurz: WPC = World Power Conference), Belgrad 1957, Bericht A/24, S. 2.

3) Vgl. Électricité de France: Travaux d'investissement, Paris 1959. Die in der Art eines Geschäftsberichtes herausgegebene Arbeit läßt im ganzen die Organisation der Électricité de France (im folgenden kurz: EdF) erkennen.

ist es die "Central Electricity Authority", die allein Erzeugung und Fortleitung sicherstellt, während die Verteilungsaufgaben bei 12 "Area Boards" liegen. ¹⁾

Im Gegensatz hierzu sind aber auch einige Länder zu nennen, die vorwiegend privatwirtschaftlich organisiert sind. Das gilt z. B. für Belgien und die Schweiz. ²⁾

Dazwischen steht eine Reihe von Ländern, wo der Staat und das private Unternehmertum mehr oder weniger ausgewogen zusammenarbeiten. Hier sind z. B. Schweden, Italien, Spanien und die Bundesrepublik anzuführen. Selbst in den USA gewinnt die staatliche Elektrizitäts-erzeugung an Bedeutung. ³⁾

In Deutschland drang die öffentliche Hand zuerst über die Kommunen in die Elektrizitätswirtschaft ein. Mit der Möglichkeit der Fernübertragung elektrischer Energie übernahmen mehr und mehr die Gebietskörperschaften die Aufgaben der Großerzeugung, Fortleitung und der Versorgung des flachen Landes. Auch an der Ausdehnung ursprünglich von privater Seite gegründeter Unternehmen war die öffentliche Hand überwiegend als Anteilseignerin beteiligt. Heute befindet sich das Eigentum an den EVU größtenteils unmittelbar oder mittelbar beim Staat. Nur die Zwergunternehmen sind privates Eigentum. ⁴⁾

Gemessen an unseren Bedingungen ist eine staatliche Führungsrolle in der Elektrizitätswirtschaft der Entwicklungsländer von allem Anfang an zu bejahen. Sowohl der Gesichtspunkt einer koordinierten Versorgungspolitik als auch das Problem der Kapitalaufbringung sprechen eindeutig dafür. Bei der Höhe der notwendigen Investitionen und ihren

1) Vgl. EdF: General Electrification Scheme für Egypt, Vol. I, General Reports and Conclusions, Paris 1955, S. 59.

2) Vgl. ebenda, S. 60.

3) Vgl. Keller, Th. v.: a. a. O., S. 3.

4) Das Eigentum an den Mitgliedsunternehmen der "Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke" (im folgenden kurz: VDEW) steht zu etwa 80 % voll bei der öffentlichen Hand, bei den übrigen 20 % handelt es sich fast ausschließlich um gemischtwirtschaftliche Unternehmen.
Vgl. Krönke, H. - Plochg, M. - Wissel, P.: a. a. O., S. 37.

gegenüber anderen Bereichen vergleichsweise ungünstigen Rentabilitätsaussichten wird die natürlich Folge eine Diskriminierung der Elektrizitätsversorgungsaufgaben durch das private Unternehmertum sein. Der Staat muß zwangsläufig einspringen, was somit eine andere Entscheidung an sich hinfällig werden läßt. ¹⁾ Gegenüber den Gesichtspunkten der koordinierten Versorgungspolitik und der Kapitalaufbringung müssen die Prinzipien der genügenden Flexibilität und wirtschaftlichen Betriebsweise möglicherweise zurücktreten. Doch können wir in den Tenor der grundsätzlich starren und unwirtschaftlichen Betriebsweise staatlicher Unternehmen nicht ohne weiteres einstimmen. Die Wahl geeigneter Unternehmungsformen, etwa im Stile der *Électricité de France*, die als verselbständigte Verwaltungsunternehmung geführt wird, mag sehr viel zur Erfüllung auch dieser Prinzipien beitragen. ²⁾

Wenden wir uns im folgenden kurz der Frage zentrale oder dezentrale Organisation der Elektrizitätswirtschaft in Entwicklungsländern zu. Dabei sind mit der Dezentralisierung zwei Möglichkeiten gegeben: vertikal und horizontal. Eine vertikale Gliederung liegt dann vor, wenn innerhalb bestimmter Versorgungsbereiche, in die das Gesamtgebiet aufgeteilt wird, alle Aufgaben - Erzeugung, Fortleitung und Verteilung - von einer Unternehmung wahrgenommen werden. Die horizontale Gliederung nimmt dagegen eine Aufteilung in die verschiedenen Aufgaben vor und weist einzelnen Unternehmungen die Erzeugung, anderen die Fortleitung und Verteilung zu. ³⁾ Sie ist regelmäßig in den unteren Versorgungsstufen mit einer vertikalen Organisation (Landnetz, Regionalwerke, Lokalwerke) verbunden.

Die Gefahr der Zersplitterung liegt im Falle der horizontalen Aufteilung auf der Hand. Dagegen bietet die vertikale Gliederung - bei

1) Vgl. Erhard, L.: Investitionen in der Energiewirtschaft in Ausrichtung auf den Verbraucher, in: EW, 54. Jg. (1955), H. 11, S. 339.

Vgl. auch Bauer, P. T. und Yamey, B. S.: *The Economics of Under-Developed Countries*, 3. ed., Cambridge 1959, S. 164.

2) Die grundsätzliche Verwaltungszugehörigkeit kommt dadurch zum Ausdruck, daß die Mitglieder des Direktoriums vom Staate bestimmt werden. Die Isolierung wird unterstrichen durch die vermögensmäßige Trennung, den Ausbau eines eigenen Rechnungswesens und die selbständige Leitung. Vgl. EDF: *General Electrification Scheme ...*, Vol. I, a. a. O., S. 59.

3) Vgl. Keller, Th. v.: a. a. O., S. 7.

gleichzeitig elastischer Anpassungsfähigkeit an die Bedürfnisse des jeweiligen Versorgungsbereichs - mit zunehmender Entfaltung die Möglichkeit, durch einen Verbundbetrieb ¹⁾ die einzelnen Gebiete zentral zu koppeln. Dieser Gesichtspunkt entspricht auch im wesentlichen unseren Forderungen nach einer koordinierten Versorgungspolitik. Hinzu kommt, daß eine zentrale Organisation die Zersplitterung der Finanzierungskraft (Kapitalaufbringung) entschieden besser vermeidet, als eine dezentralisierte, horizontale Gliederung.

"Es weist also vieles darauf hin, daß in Ländern, die erst heute mit dem systematischen Aufbau einer öffentlichen Elektrizitätswirtschaft beginnen, einer einstufigen und möglichst weiträumigen Versorgung der Vorzug gegeben werden sollte." ²⁾

Ein Blick auf die Organisation der ägyptischen Elektrizitätswirtschaft zeigt, daß sie in zunehmendem Maße zu dem von uns positiv beurteilten Organisationspaar staatlich-zentral hintendiert.

In Ägypten werden die Aufgaben der Erzeugung, Fortleitung und Verteilung der elektrischen Energie in vertikaler Gliederung von mehreren staatlichen und privaten EVU wahrgenommen. ³⁾ Sie decken in ihrem Versorgungsbereich alle Arten des Strombedarfs.

Neben diesen Unternehmungen, die wir zusammenfassend unter den Oberbegriff der öffentlichen Elektrizitätsversorgung ⁴⁾ stellen wollen,

1) "Unter Verbundbetrieb versteht man die Verbindung von Erzeugungs- und Verbrauchsschwerpunkten und Versorgungsgebieten untereinander durch Hochspannungsleitungen."

Fischer, B.: Die zukünftige Entwicklung des Strombedarfs in der Bundesrepublik Deutschland, mit Darstellung der Prognosen und Prognosemethoden und die technisch-wirtschaftlichen Bestrebungen zur Anpassung der Stromerzeugung, Nürnberger Dissertation 1960, Manuskript, S. 169.

2) Keller, Th. v.: a. a. O., S. 8.

3) Vgl. Koshairy, M. A. B. El- Zeid, M. M. A. - Ibiary, M. Y. El - Nabih, M. K.: Electrical Power and Energy Requirements of the Egyptian Region of the United Arab Republic, Kairo 1958, S. 1.

4) Unter öffentlicher Elektrizitätswirtschaft sind alle die Unternehmen - staatlicher und privater Natur - zu verstehen, deren Hauptgeschäft in der gewerbsmäßigen Erzeugung, Fortleitung und Verteilung elektrischer Energie besteht.

Vgl. Krönke, H. - Plochg, P. - Wissel, P.: a. a. O., S. 21.

besteht eine Reihe privater Industriefirmen, die elektrische Energie zu eigenen industriellen Zwecken erzeugen. Wir finden diese industriellen Eigenanlagen insbesondere in der Zucker-, Textil- und Papierindustrie.

Alle EVU werden im Rahmen eines langfristigen Entwicklungsplanes tätig, der sich unter der koordinierenden Aufsicht der United Arab Republic (U.A.R.) Electricity Commission vollzieht. Diese Kommission ist als Spezialreferat dem Ministry of Public Works unterstellt. ²⁾ Die öffentliche Hand nimmt also in zentraler Koordination die Entwicklungsaufgaben wahr. Dem langfristigen Entwicklungsplan bis 1985 sind kurzfristige, bewegliche Fünfjahrespläne untergeordnet, von denen der erste 1961 seinem Ende entgegengeht.

Als wichtige staatliche Unternehmen sind zu nennen:

Die "Cairo Electricity and Gas Administration" (C.E.G.A.), deren Versorgungsbereich Kairo und einige Vorstädte umfaßt.

Das "Mechanical and Electrical Department" (M.E.D.), als Bestandteil des Ministry of Public Works, das die Versorgung der Be- und Entwässerungsanlagen, einiger Gemeinden, verschiedener neuer industrieller Anlagen, der Wasserwerke und des sonstigen öffentlichen Bedarfs in seinem Einzugsbereich übernimmt.

Die Gemeindeversorgungsbetriebe (municipalities), deren Versorgungsbereich regional mit der Kompetenz ihrer Selbstverwaltung identisch ist. ³⁾

1) Vgl. Koshairy, M. A. B. El und Mitarbeiter: a. a. O., S. 1.

2) Dieses Department entstand 1954 als Egyptian Electricity Commission, Technical Bureau of the Permanent Council for the Development of National Production. Im Jahre 1957 wurde es dem Ministry of Public Works unterstellt.

Vgl. Schelter, J.: Die Erzeugung und Verteilung von Elektroenergie in der Vereinigten Arabischen Republik - Ägyptische Region, in: Energietechnik, 9. Jg. (1959), H. 5, S. 210.

3) Die Selbstverwaltung dieser Gemeinden ist jedoch wegen der in technischer und finanzieller Hinsicht starken Abhängigkeit vom Ministry for Municipal and Rural Affairs (besser dessen Spezialreferat: Mechanical and Electrical Power Department) sehr gering.
Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. II, Detailed Reports, a. a. O., S. 19.

Die Versorgungsanlagen der sonstigen "public utilities", die besonders den Bedarf größerer öffentlicher Einrichtungen decken. (Z. B. der Suez-Kanalgesellschaft, der Alexandria-Water-Company, der Radiogesellschaften usw. ¹⁾).

An privaten (konzessionierten) Unternehmen sind zu nennen:

Die "Compagnie Centrale de l'Eclairage par le Gaz Lebon et Cie" (Lebon & Co.) mit der Aufgabe der vollständigen Versorgung Alexandriens. Ihre Konzession erlischt am 1. 2. 1970. ²⁾

Die "Cairo Electric Railways and Heliopolis Oases Co." mit reinen Verteilungsaufgaben innerhalb von Heliopolis. Daneben versorgt sie die Straßenbahnbetriebe in Kairo. Ihre Konzession erlischt am 23. 5. 1975. ³⁾ Da sie zur Verteilung den nötigen Strom erst kaufen muß, ist hier eine horizontale Gliederung gegenüber der "Société Égyptienne d'Électricité (S.E.E.), als dem zugehörigen Erzeugungsunternehmen, gegeben. Dieses speist z. T. auch die C.E.G.A.

Aus dem Rahmen der industriellen Selbstversorger fallen insbesondere das Textilkombinat der "Misr Spinning and Weaving Co." in El Mehalla el Khobra ⁴⁾ mit 26 Megawatt installierter Kapazität und "The Egyptian Fertilizer and Chemical Industries Co." in Suez mit einer installierten Leistung von 22,5 Megawatt. ⁵⁾

1) Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. III, Tables, Diagrams and Maps, a. a. O., Table II/2.

2) Vgl. Schelter, J.: a. a. O., S. 207.

3) Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. II, a. a. O., S. 20.

4) Bezüglich der Schreibweise der aus dem Arabischen übertragenen Ortsnamen und sonstigen Bezeichnungen haben wir uns auf die in der deutschen Literatur geübte Handhabung geeinigt.
Vgl. z. B. Billerbeck, K.: Struktur und Entwicklung der ägyptischen Wirtschaft, Hamburg 1956.

5) Vgl. Schelter, J.: a. a. O., S. 207.

Der Begriff "installierte Kapazität" wird im nächsten Abschnitt geklärt.

Vgl. S. 23.

Ein Blick auf die folgende Zusammenstellung läßt die gegenwärtigen organisatorischen Verhältnisse in der ägyptischen Elektrizitätswirtschaft, gemessen an der installierten Kapazität und der Stromerzeugung ¹⁾, klar erkennen.

Übersicht 1: Eigentumsverhältnisse in der ägyptischen Elektrizitätswirtschaft im Jahre 1958 ²⁾

Eigentümer	Inst.Kapazität in MW	in % v. Gesamt	Erzeugte Energie in Mio. kWh	in % v. Gesamt
C.E.G.A.	294	38 %	520	27 %
M.E.D.	74	10 %	140	8 %
Municipalities	49	6 %	104	5 %
Public utilities	27	3 %	65	4 %
Staatl. EVU	444	57 %	829	44 %
Lebon & Co.	83	11 %	291	15 %
S.E.E.	58	7 %	209	11 %
Private EVU	141	18 %	500	26 %
Öffentliche Elektrizitätsversorgung	585	75 %	1329	70 %
Industrielle Selbstversorger	199	25 %	576	30 %
Gesamt	784	100 %	1905	100 %

1) Auch dieser Begriff soll im folgenden Abschnitt geklärt werden. Vgl. S. 21 f.

2) Quelle: Koshairy, M. A. B. El und Mitarbeiter: a. a. O., S. 2. Die Zahlenwerte wurden entsprechend der Gliederung - staatliche und private EVU und industrielle Eigenanlagen - zusammengestellt.

Zusammenfassend läßt sich sagen: Der derzeit noch gegebene private Anteil an der öffentlichen Stromversorgung wird mit dem Erlöschen der Konzessionen 1970 bzw. 1975 völlig verschwinden. Der weitere Ausbau vollzieht sich dann unter rein staatlicher Regie.

Die Gliederung ist primär vertikal. Die zentrale Koordination kommt schon jetzt durch die Führungsrolle der Electricity Commission zum Ausdruck.

Der hohe Prozentsatz der industriellen Eigenanlagen ist gegenwärtig noch verständlich. Er wird aber sicher mit steigender Leistungsfähigkeit der öffentlichen Versorgung zurückgehen.

2. Die Entwicklung des Stromverbrauchs

Aus der eingehenden Kenntnis und den möglichst weit in die Vergangenheit zurückreichenden Werten des Stromverbrauchs lassen sich entscheidende Gesichtspunkte für seine zukünftige Entwicklung ableiten. Wir wollen damit nicht behaupten, daß allein das Wissen um diese Zahlenwerte entsprechende Schlüsse auf die zukünftige Größenordnung zuläßt. Dazu sind die Einflußfaktoren auf den Strombedarf, gerade im Entwicklungsprozeß unterentwickelter Länder, viel zu differenziert. Das schmälert jedoch nicht die Bedeutung dieser Größe als Ausgangsdatum für alle zukünftigen Überlegungen.

Die entsprechende Begriffsbestimmung der VDEW lautet: "Verbrauch ist die in elektrischen Apparaten, Geräten usw. eines Verbrauchers umgesetzte elektrische Energie." ¹⁾ Die physikalischen Eigenschaften der Elektrizität lassen die Stromversorgung nur sehr schwer mit anderen Wirtschaftszweigen vergleichen. Neben der bereits geschilderten "reinen" Energieeigenschaft - sich mittels Umwandlungsgeräten in alle Nutzenergieformen überführen zu lassen - besteht ein weiteres wesentliches Charakteristikum der elektrischen Energie darin, daß sie im Augenblick ihres Verbrauchs auch erzeugt werden muß. Sie ist also im wesentlichen nicht speicherfähig. ²⁾ Die VDEW definiert die Erzeugung als

1) VDEW: Begriffsbestimmungen in der Energiewirtschaft, Frankfurt a. M. 1953, S. 19.

2) Wird von dem wirtschaftlich uninteressanten Fall der Batteriespeicherung abgesehen, so besteht hier in der Tat eine gegenüber anderen Gütern des Wirtschaftsverkehrs wesentliche Unterscheidung.

"... die in einem oder mehreren Stromerzeugern erzeugte elektrische Arbeit, gemessen an den Klemmen der Stromerzeuger oder auf diese umgerechnet " ¹⁾ Erzeugung und Verbrauch sind demnach Arbeitsbegriffe ²⁾ und im zeitlichen Anfall identisch. Jedoch hinsichtlich der Quantität der Wirkarbeit besteht zwischen beiden ein Unterschied, der sich auf den Eigen- und Betriebsverbrauch der Kraftwerke sowie die durch die Übertragung und Umspannung entstehenden Arbeitsverluste zurückführen läßt. ³⁾ Allein die zeitliche Identität zwischen Verbrauch und Erzeugung und die relative Konstanz des zwischen beiden bestehenden quantitativen Unterschieds läßt bei der Betrachtung der vergangenen Entwicklung Erzeugungs- oder Verbrauchswerte gleich wertvoll erscheinen. Dies um so mehr, als es bei der Bestimmung der tendenziellen Entwicklung mehr auf die relative Veränderung (Zuwachsrates) als auf die absoluten Werte ankommt. ⁴⁾

Für eine intensive Verbrauchsanalyse der Vergangenheit sind die globalen Gesamtgrößen des untersuchten Wirtschaftsgebiets ebenso wichtig wie eine in regionaler und hinsichtlich einzelner Verbrauchergruppen verfeinerte Analyse. Die Gesamtentwicklung ist zunächst nur ein roher Anhaltspunkt. Die Kenntnis der regionalen Schwerpunkte ist im Hinblick auf die Standortfrage der Erzeugung und Verteilung interessant. Die Anteile einzelner Verbrauchergruppen und ihre sich im Rahmen des gesamtwirtschaftlichen Prozesses vollziehende Entwicklung wird maßgeblich die Gesamtgröße beeinflussen. Dabei ist im europäischen Schriftgut eine Gliederung in die vier Hauptverbrauchergruppen - Haus-

1) VDEW: Begriffsbestimmungen ..., a. a. O., S. 18.

2) Wir folgen dem in der Fachliteratur geübten Brauch, die elektrische Arbeit in Kilowattstunden = kWh mit der zugehörigen Größenordnung anzugeben, d. h. also Mio. = Millionen, Mrd. = Milliarden.
Vgl. Mueller, H. F. und Schaefer, H.: Energiewirtschaftliche Begriffe .. a. a. O., S. 149 f.

3) Die Differenz kann im Falle einer "offenen" Elektrizitätswirtschaft auch noch aus dem Import - / Exportsaldo berührt werden. Im Falle Ägyptens bestehen jedoch keine übernationalen Stromaustauschbeziehungen, wie sie derzeit in Europa intensiviert werden.

4) In der Elektrizitätswirtschaftlichen Literatur werden anstelle der Verbrauchs- meist die statistisch leichter feststellbaren Erzeugungswerte herangezogen.
Vgl. z. B.: Ailleret, P.: Sensibilité de la consommation électrique à la conjoncture, Bericht an die OEEC, in: Circulaire Périodique der Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Énergie Électrique (= UNIPED), 26. Jg. (1952), Nr. 18, 1er Trim., S. 6 ff.

halte, Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft - üblich. ¹⁾

Verbrauch und Erzeugung sind Arbeitssummen eines bestimmten Zeitraums, die jedoch nichts über die verschiedene Belastung der Erzeugungs- und Verteilungsanlagen innerhalb dieses Zeitraums zum Ausdruck bringen. So sind für die Elektrizitätswirtschaft ganz bestimmte tägliche und saisonale Belastungsdiagramme typisch. ²⁾ Da die elektrische Energie nicht speicherfähig ist, müssen also die Erzeugungs- und Verteilungsanlagen diesen wechselnden Belastungsverhältnissen jederzeit folgen können. M. a. W. sie haben in einer ständigen Lieferbereitschaft zu beharren ³⁾, die zumindest die Leistung garantiert, die innerhalb des betreffenden Einzugsbereichs am Tage der Höchstbelastung abverlangt wird. Dabei wird unter Höchstbelastung " ... die höchste in einem bestimmten Zeitabschnitt (Tag, Monat, Jahr) an einer bestimmten Stelle tatsächlich aufgetretene Belastung, wobei meist über einen kurzen Zeitraum gemittelt wird" ⁴⁾, verstanden. An ihr hat sich die garantierte Leistung eines Kraftwerks oder einer im Verbundsystem arbeitenden Kraftwerksgruppe zu orientieren. Die garantierte Leistung ist die größte Leistung, die in einem bestimmten Zeitpunkt, selbst bei störungsbedingtem Ausfall von Anlageteilen, noch ausgefahren werden kann. ⁵⁾ Da sie aus Sicherheitsgründen unterhalb der installierten Leistung oder Kapazität als Summe aller Nennleistungen eines Kraftwerks oder einer Gruppe von Kraftwerken liegt,

1) Vgl. Mueller, H. F. und Frewer, H.: Das methodische Vorgehen zur Ermittlung der Einflußfaktoren auf den Energieverbrauch, WPC, Belgrad 1957, Bericht A/36, S. 4.

2) Das "typische Tages- oder Jahresdiagramm" gibt es natürlich in aller Reinheit nicht, da es von der Mischung verschiedener Verbrauchergruppen bestimmt wird.

Vgl. Musil, L.: a. a. O., S. 197.

Auf die Bedeutung der periodischen Schwankungen im säkularen Entwicklungsprozess wird noch in Kapitel II näher einzugehen sein.

Vgl. S. 49 f. und S. 66.

3) Vgl. Fischer, B.: a. a. O., S. 3.

4) VDEW: Begriffsbestimmungen ..., a. a. O., S. 14.

Da die Höchstlast eines Jahres oder Tages immer nur in einem Zeitpunkt auftritt, wird sie auch in Leistungseinheiten ausgedrückt.

5) Vgl. VDEW: Begriffsbestimmungen ..., a. a. O., S. 13 f.

Ein störungsbedingter Ausfall ist z. B. bei Überholung und Reparatur von Anlageteilen gegeben.

besteht somit noch eine gewisse Reserve. ¹⁾ Eine Disproportionalität zwischen Höchstlast und garantierter Leistung bedeutet auf der einen Seite ungenügende Energieversorgung, zumindest im Zeitpunkt der Höchstbelastung, und auf der anderen Seite unnötige Kapitalbindung in überschüssigen Kapazitäten. Aus diesen Gründen wird verständlich, warum neben die Analyse der Arbeitswerte (Verbrauch/Erzeugung) die Untersuchung der Höchstlastentwicklung zu treten hat.

Trotz gewisser Einschränkungen vermittelt uns das vorhandene statistische Material ein relativ gutes Bild über die gegebenen Verhältnisse der ägyptischen Elektrizitätswirtschaft.

Im Bild 1 ²⁾ zeigen wir die Entwicklung der Erzeugung einiger Gruppen von Kraftwerken, die repräsentativ für die Gesamterzeugung gelten können. Die Kurve der Gesamterzeugung (Kurve A) läßt in der Zeit von 1938 bis 1954 eine durchschnittliche Zuwachsrate von 8,7 % per annum (im folgenden kurz: p. a.) erkennen, während die Erzeugung der drei großen EVU (Kurve B) im gleichen Zeitraum um 10,6 % im Durchschnitt p. a. zunimmt. Für die Gemeindeversorgungsunternehmen (Kurve C) beträgt dieser Wert im Mittel 9,7 %. Diese Zuwachsraten entsprechen jeweils einer Verdoppelung der Erzeugung in 8 bzw. 7 bzw. 7 1/2 Jahren. Sie liegen also im Durchschnitt über der "klassischen" Verdoppelungsregel der Elektrizitätswirtschaft. Nach ihr verdoppelt sich die Elektrizitätserzeugung jeweils nach 10 Jahren, was einer Zuwachsrate von nur 7,2 % p. a. gleich-

1) Vgl. VDEW: Begriffsbestimmungen ..., a. a. O., S. 12.

Die entsprechenden Leistungseinheiten in der Elektrizitätswirtschaft sind: das Watt, das Kilowatt ($\text{kW} = 10^3 \text{ W}$), das Megawatt ($\text{MW} = 10^6 \text{ kW}$). Die übliche Größenordnung ist das MW. Vgl. Mueller, H. F. und Schaefer, H.: Energiewirtschaftliche Begriffe ..., a. a. O., S. 149 f.

2) Quelle: EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. II, a. a. O., S. 24 f.

Da es bei der Darstellung der langfristigen Stromerzeugungsentwicklung auf die Zuwachsrate ankommt, wurde der logarithmische Maßstab gewählt, der die prozentuale Veränderung klarer wiedergibt. Vgl. z. B. Flaskämper, P.: Allgemeine Statistik, Grundriß der Statistik, Teil I, 2. Auflage, Hamburg 1953, S. 218.

Auf dieses Darstellungsproblem wird noch in Kapitel II einzugehen sein.

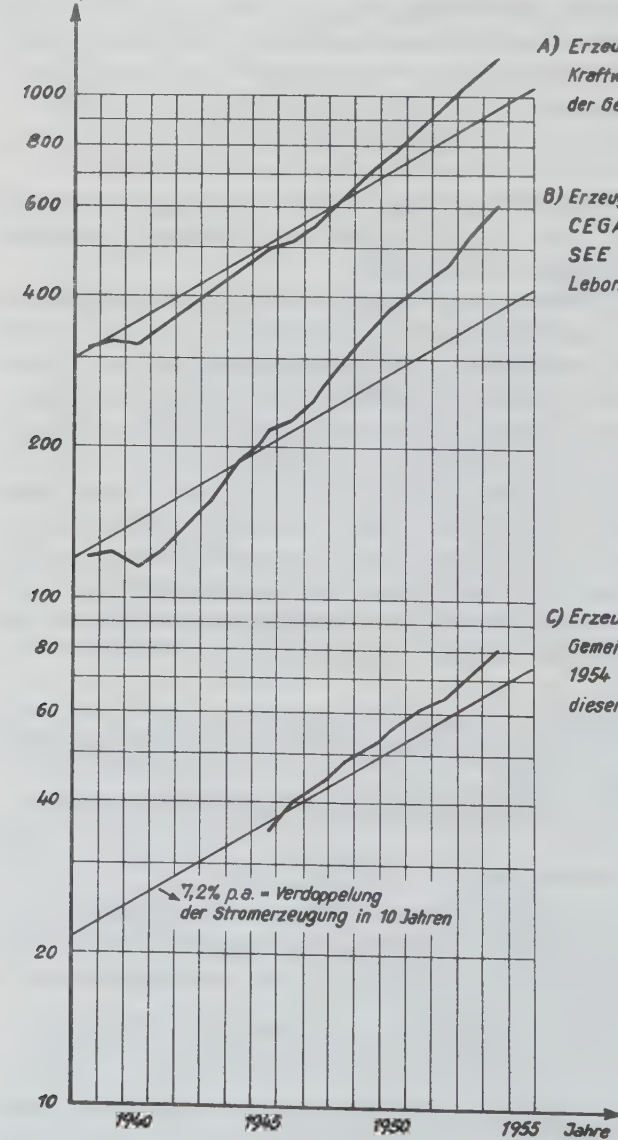
Vgl. S. 53 f.

Die UN schätzte dagegen die Entwicklung der Stromerzeugung in Ägypten für den Zeitraum 1929 bis 1950 von 200 Mio. kWh auf 700 Mio. kWh = 6,2 % p. a. Da Jahre niedriger Wachstumsraten einbezogen wurden (1929 - 1938), wird diese Steigerung verständlich.

Vgl. UN: World Energy Supplies in Selected Years, 1929 - 1950, New York 1952, S. 46 f.

Entwicklung der Stromerzeugung in Ägypten

Mio. KWh / Jahr



A) Erzeugung einer Anzahl von Kraftwerken, die 1954 90 % der Gesamterzeugung ausmachten

B) Erzeugung der 3 großen EVU:
CEGA
SEE
Lebon Co

C) Erzeugung einer Anzahl von Gemeindeunternehmen, die 1954 91% der Erzeugung dieser Gruppe ausmachten

7,2% p.a. = Verdoppelung der Stromerzeugung in 10 Jahren

kommt. 1) Im Beobachtungszeitraum 1945 bis 1954 überschreitet die Zuwachsrate der Gesamterzeugung mit ca. 11 % die genannte Verdoppelungsregel ganz erheblich. Daran hat sich auch in den letzten Jahren, wie Übersicht 2 zeigt, wenig geändert.

Übersicht 2: Entwicklung der Erzeugung in Ägypten 1952 - 1958 2)

Jahr	Erzeugung in Mio. kWh	jährl. Zuwachs- rate in %
1952	992	
1953	1121	13,0
1954	1237	10,3
1955	1418	14,7
1956	1545	9,0
1957	1705	10,3
1958	1905	11,2
durchschnittlicher jährlicher Zuwachs		11,5

Was die Anteile der einzelnen Verbrauchergruppen anbelangt, liegen nur Schätzungen über die Verbrauchsaufteilung des Jahres 1958 vor. Die folgende Tabelle läßt die dominierende Rolle der industriellen Verbraucher³⁾ deutlich werden.

1) An dieser Stelle genügt allein die Nennung dieser "Regel". Auf ihre Probleme wird im analytischen II. Kapitel ausführlich eingegangen.
Vgl. S. 53 ff.

2) Quelle: Ministry of Public Works, U.A.R. Electricity Commission: Electrical Power Generation and Distribution in the Egyptian Region of the United Arab Republic, Kairo 1960, S. 4.

Die angegebenen Zahlenwerte beziehen sich immer auf Ende Juni des jeweiligen Jahres. Die Errechnung der Durchschnittszuwachsrates erfolgte auf der Grundlage einer geometrischen Reihe. Eine nähere Begründung wird im II. Kapitel gegeben.
Vgl. S.

3) Die ägyptische Statistik gliedert sich nicht in die genannten üblichen Verbrauchergruppen. Außerdem ist der Begriff "Industrie" nicht eindeutig abgrenzbar.

Übersicht 3: Anteile einzelner Verbrauchergruppen
am Gesamtstromverbrauch in Ägypten 1958 ¹⁾

Verbraucher- gruppe	Verbrauch in Mio. kWh	in % von Gesamt
Industrie	1.092	62
Öffentliche u. private Zwecke	386	22
Be- und Entwässerungsanlagen	120	7
Bahnen	85	5
Öffentliche Beleuchtung	72	4
Gesamt	1.755	100

Dabei muß hier festgehalten werden, daß der Industriestromverbrauch von 540 Mio. kWh im Jahre 1950 ²⁾ auf 1092 Mio. kWh im Jahre 1958 mit nicht ganz 10 % p. a. gestiegen ist. Seine Zuwachsrate bleibt demnach leicht unter der der Gesamterzeugung, für die wir 11,5 % p. a. (für den Zeitraum 1952 - 58) angegeben haben.

Für die Jahreshöchstlast und ihre Entwicklung gibt es keine statistisch fortlaufende Erfassung der einzelnen Tagesdiagramme, die hintereinandergeordnet ein jährliches "Belastungsgebirge" ³⁾ ergeben würden. In dieser Weise wäre der Tag, die Stunde und der Zeitpunkt der jährlichen Höchstlast genau ablesbar.

Deshalb ging die EdF bei der ersten Untersuchung selektiv vor und bestimmte als Tag der Höchstlast den letzten Mittwoch im Dezember.

1) Quelle: Ministry of Public Works, U.A.R. Electricity Commission: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., S. 4.
Die Differenz zwischen der Gesamterzeugung von 1905 Mio. kWh zu 1755 Mio. kWh ist auf den Betriebs- und Eigenverbrauch der Kraftwerke sowie die Übertragungsverluste zurückzuführen.

2) Vgl. UN: The Development of Manufacturing Industry in Egypt, Israel and Turkey, New York 1958, S. 77.

3) Vgl. hierzu die schematischen Darstellungen derartig hintereinander geordneter Tagesbelastungskurven bei Musil.

Vgl. Musil, L.: a. a. O., S. 28.

Die erste Erhebung wurde 1954 Distrikt für Distrikt durch Befragen der einzelnen Kraftwerke vorgenommen ¹⁾ und in dieser Art in den folgenden Jahren beibehalten.

Das Bild 2 ²⁾ zeigt die Entwicklung der Jahreshöchstlast, gemessen am letzten Mittwoch im Dezember, für die gesamten Erzeugungsanlagen Ägyptens. Die Werte lassen von 1954 (= 220 MW) auf 1958 (= 353 MW) einen durchschnittlichen Anstieg der Höchstlast von 10,5 % p. a., also eine Verdoppelung in etwa 7 Jahren erkennen.

Eine entsprechende Auswertung des Zahlenmaterials der EdF für das Jahr 1954 ergibt, daß ca. 96 % der Höchstlast auf das Delta entfallen. Kairo und Alexandrien beanspruchen allein 66 %. ³⁾ Damit sind im wesentlichen die regionalen Schwerpunkte des Verbrauchs gekennzeichnet.

3. Die Entwicklung der Erzeugungskapazität

Nach unseren Ausführungen über die Höchstlast interessiert in diesem Absatz, welche Leistung maximal mit den gegebenen Erzeugungsanlagen möglich ist. Insofern läuft die folgende Zahlenauswertung auf die Gegenüberstellung der Jahreshöchstlast mit der installierten Kapazität hinaus. Die gesamte installierte Kapazität hat sich nach Angaben der UN wie folgt entwickelt:

Übersicht 4: Entwicklung der installierten Kapazität in Ägypten 1946 - 1958 in MW ⁴⁾

Jahr	1946	1950	1954	1955	1956	1957	1958
Install. Kapazität	235	410	548	565	596	724	784

1) Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. I, a. a. O., S. 7 und Vol. II, a. a. O., S. 22 f.

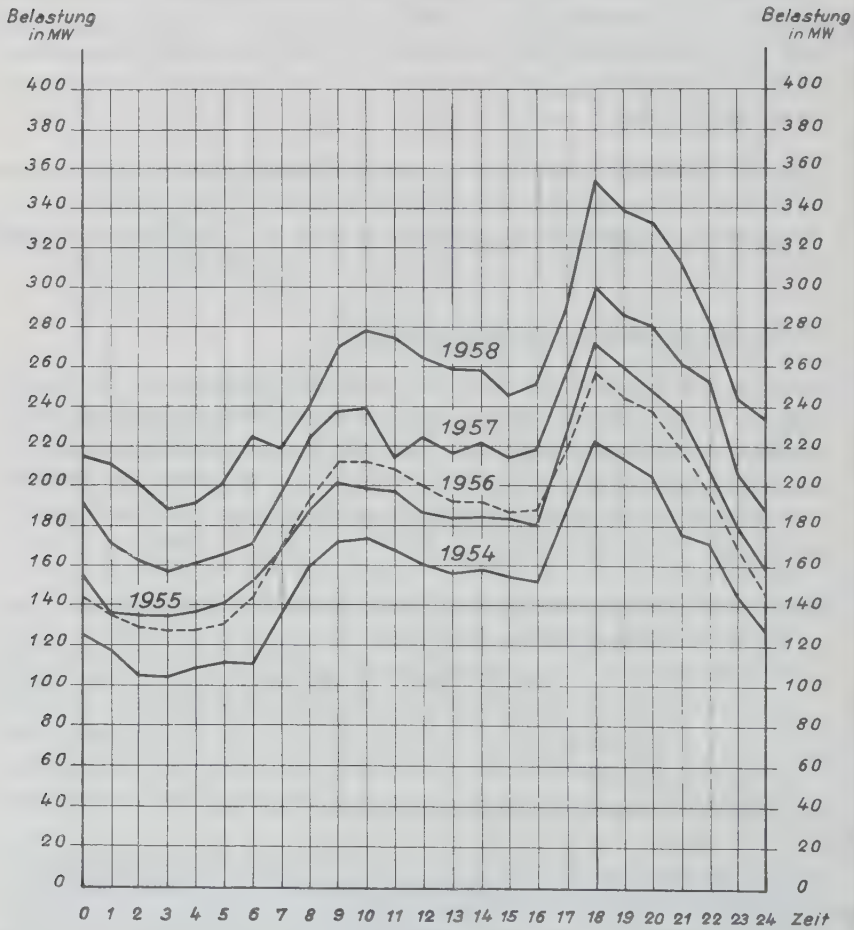
2) Quelle: Ministry of Public Works, U.A.R. Electricity Commission: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., Bild 3 im Anhang.
Die Werte wurden nur für Kraftwerke mit über 1 MW inst. Kapazität erfaßt. Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. I, a. a. O., S. 7.

3) Vgl. ebenda, Vol. III, a. a. O., Plate II/5.

4) Quellen: UN: The Development of Manufacturing Industry ..., a. a. O., S. 78.
Ministry of Public Works, U.A.R. Electricity Commission: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., S. 2.
Die genannten Zahlen beinhalten die öffentliche Elektrizitätsversorgung und die Anlagen der industriellen Selbsterzeuger.

Entwicklung der Höchstlast in Ägypten

(Tagesdiagramm am 3. Mittwoch im Dezember)



Der Ausbau der installierten Leistung in den letzten 12 Jahren entspricht einer durchschnittlichen Zuwachsrate von 10,5 % p. a., also etwa einer Verdoppelung in 7 Jahren und deckt sich mit der Entwicklung der Höchstlast von 1954 bis 1958.

Die für 1958 genannte Gesamtkapazität wird von 118 Kraftwerken gestellt. Davon haben 9 eine Kapazität über 20 MW, 12 zwischen 5 und 20 MW, 49 zwischen 1 und 5 MW und 48 Kraftstationen liegen unter 1 MW. Das größte Kraftwerk ist derzeit Kairo-Süd mit 120 MW installierter Kapazität, das kleinste ein Gemeindeversorgungsbetrieb in El Fikrieh in Oberägypten mit einer Dieselstation von nur 96 kW. ¹⁾

Die folgende Tabelle zeigt die installierte Kapazität der wichtigsten Kraftwerke Ägyptens nach verschiedenen Gesichtspunkten gegliedert. Horizontal kann die regionale Verteilung der Kapazität, vertikal die Größenordnung einzelner Kraftwerke, ihre Eigentumsverhältnisse und ihre Zugehörigkeit zur öffentlichen Versorgung bzw. zur industriellen Eigenerzeugung abgelesen werden. Die Differenz von ca. 142 MW gegenüber der gesamten installierten Kapazität von 784 MW ist auf nicht aufgeführte, unbedeutende Gemeindeversorgungsunternehmen im übrigen Nildelta und Oberägypten mit zusammen 49 MW ²⁾ und zahlreiche mittlere und kleinere Eigenanlagen im Delta zurückzuführen.

1) Vgl. Koshairy, M. A. B. El und Nabih, M. K.: Electrical Power Generation and Distribution in the Egyptian Region of the United Arab Republic, WPC, Madrid 1960, Bericht I B/18, S. 2.

2) Vgl. Ministry of Public Works, U.A.R. Electricity Commission: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., S. 2.

Übersicht 5: Überblick über die installierte Kapazität der wichtigsten Kraftwerke Ägyptens im Jahre 1958 in MW ¹⁾

Art der Versorgung Eigentum Kraftwerke	Bereich	Kairo	Alexandrien	Übriges Nildelta (einschl. Kanalzone und Suez)	Delta Gesamt	Ober-Ägypten	Ägypten Gesamt
Kairo-Süd		120,00					
Kairo-Nord		100,00					
Saptieh		30,00					
El Tabbin		45,00					
C.E.G.A.		295,00					
Shoubra		55,50					
S.E.E.		55,50					
Karmouz			82,85				
Lebon & Co.			82,85				
Talkha				37,50			
El Atf				12,50			
Bilquas				3,40			
M.E.D.				53,40			
Nag Hammadi						7,00	
Jdfu						11,00	
M.E.D.						18,00	
Öffentliche Versorgung		350,50	82,85	53,40	486,75	18,00	504,75
Ramsleh Railw. & Co.			11,20				
Filat. Nation.d'Egyp.			6,00				
Tura Portl.Cement				13,30			
Heluan Portl.Cement				6,40			
Misr.Co. in:							
Mehalla el Khobra				26,10			
Kafr el Dawar				19,80			
Kafr el Dawar				13,90			
Egyptian Fertilizer and Chem.Indust.&Co.				22,50			
Zuckerfabriken mit insgesamt						18,00	
Industrielle Eigenversorgung		-	17,20	102,00	119,20	18,00	137,20
Summe der genannten Werke		350,50	100,05	155,40	605,95	36,00	641,95
Ägypten Gesamt							783,50

1) Quellen: vgl. Fußnote 1, S. 30.

Noch klarer kommt die Konzentration der installierten Kapazität im Delta und hier insbesondere in den beiden Großstädten Kairo und Alexandrien in Übersicht 6 zum Ausdruck.

Übersicht 6: Prozentualer Anteil der wichtigsten Kraftwerke Ägyptens an der gesamten installierten Kapazität im Jahre 1958 ¹⁾

Bereich Art der Versorgung	Kairo	Alexan- drien	Übriges Nildelta	Delta Gesamt	Ober- Ägypten	Ägypten Gesamt
Öffentliche Versorgung	45 %	10 %	7 %	62 %	2,5 %	64,5 %
Industrielle Eigenversorg.	-	2 %	13 %	15 %	2,5 %	17,5 %
Summe der ge- nannt. Werke	45 %	12 %	20 %	77 %	5 %	82 %
Ägypten Gesamt						100 %

Werden nur die zwölf wichtigsten Kraftwerke des Nildeltas herausgegriffen und an ihnen die absolute und relative Bedeutung der installierten Kapazität, der Höchstlast und der erzeugten Arbeit im Verhältnis zu den jeweiligen Gesamtwerten in Ägypten gezeigt, so ergibt

1) Quellen zu Übersicht 5 und 6: Koshairy, M. A. B. El und Mitarbeiter: Electrical Power and Energy Requirements ..., a. a. O., S. 8.

Schelter, J.: a. a. O., S. 204 ff.

EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. II, a. a. O., S. 21 f und Vol. III, a. a. O., Table II/2.

Ministry of Public Works, U.A.R. Electricity Commission: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., S. 16.

Die Zahlenwerte in Übersicht 5 und 6 wurden aus den Angaben der genannten Quellen nach unserem Gliederungsschema zusammengestellt und errechnet. Die einzelnen Quellen widersprechen sich zum Teil, was darauf zurückzuführen ist, daß geplante, erst 1960 betriebsbereite Kapazitäten schon mit einbezogen wurden. Im Zweifel haben wir die offiziellen Angaben der Electricity Commission angesetzt.

sich folgendes Bild:

Übersicht 7: Die 12 wichtigsten Kraftwerke
des Nildeltas im Jahre 1958 ¹⁾

Kraftwerke	Install. Kapazität in MW	in % von Gesamt	Höchst- last in MW	²⁾ in % von Gesamt	Erzeu- gung in Mio. kWh	in % von Gesamt
Kairo-Süd	120,00		60		212,4	
Kairo-Nord	100,00		75		261,6	
Saptieh	30,00		12		11,6	
El Tabbin	45,00		17		34,7	
Shoubra	55,50		38		208,3	
Kairo	350,50	45 %	ca. 144	41 %	728,6	38 %
Karmouz	82,85		63		291,1	
Alexandrien	82,85	10 %	63	18 %	291,1	15 %
Talkha	37,50		25		99,6	
Atf	12,50		8		13,8	
Bilquas	3,40		3		0,3	
Misr Co. in:						
Meh. el Khobra	26,10		12		73,7	
Kafr el Dawar	19,80		10		74,7	
Kafr el Dawar	13,90		7		45,4	
Summe dieser Kraftwerke	546,55	70 %	265	75 %	1326,5	69 %
Ägypten Gesamt	783,50	100 %	353	100 %	1905,0	100 %

1) Quelle: Koshairy, M. A. B. El und Mitarbeiter: Electrical Power and Energy Requirements ..., a. a. O., S. 8.
Die Werte wurden nach unseren Gesichtspunkten zusammengestellt und errechnet. Gemessen an der installierten Kapazität müßten hier nach Übersicht 5 auch "Portland Cement" und die Anlagen der "Egyptian Fertilizer and Chemical Industries" in Suez mit einbezogen werden. Jedoch stehen hierfür nicht die Höchstlast- und Arbeitswerte zur Verfügung.

2) Die Höchstlastwerte sind wegen des zeitverschiedenen Anfalls in den einzelnen Kraftwerken nicht addierbar.

Nach Übersicht 7 werden allein ca. 70 % der installierten Kapazität, ca. 75 % der verbundenen Höchstlast und ca. 70 % der erzeugten Arbeit von diesen Kraftwerken getragen. Kairo und Alexandrien vereinigen allein ca. 55 % der installierten Kapazität, ca. 58 % der verbundenen Höchstlast und ca. 54 % der Erzeugung auf sich.

Diese Zahlen verdeutlichen anschaulicher als alle Worte den gegenwärtigen Stand der ägyptischen Elektrizitätswirtschaft. Sie ist konzentriert auf wenige Erzeugungs- und Verbrauchsschwerpunkte im Nildelta, während sich der übrige Teil des Landes entweder selbst versorgt oder nur in geringem Umfang von der elektrischen Energie Gebrauch machen kann.

Die Stromerzeugung ruht derzeit nahezu 100 %ig auf der Basis kalorischer Energieträger (vgl. Übersicht 8). Da keine Kohle vorhanden ist, werden als fester Brennstoff Zuckerrohrabfälle, als flüssige Energieträger Masut- (Heiz-), Solar- und Dieselöl verwendet. ¹⁾ Mit der vorgesehenen Ausnutzung der gewaltigen hydraulischen Energie-reserven des Nils werden entscheidende Strukturwandlungen in der Zusammensetzung der Primärenergie eintreten.

Übersicht 8: Klassifizierung der Kraftwerke nach der Antriebsart und dem Energieträger in Ägypten 1958 ²⁾

Antriebsart	Brennstoffart	Brennst. Verbr. in to	Install. Kapazität in MW	in % von Gesamt	Erzeugte Energie in Mio. kWh	in % von Gesamt
Dampf-Turbinen	Masut	616.232			1652	86,6
	Zuckerrohr	-	662,2	84,5	25	1,3
Diesel-Maschinen	Dieselöl	51.625	112,8	14,4	165	8,7
	Solaröl	20.403			47	2,5
Wasserkraft-Turbinen			5,9	0,8	10	0,6
Gas-Turbinen			2,6	0,3	6	0,3
Gesamt			783,5	100,0	1905	100,0

1) Vgl. Billerbeck, K.: a. a. O., S. 94 ff.

2) Quelle: Koshairy, M. A. B. El und Nabih, M. K.: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., S. 8, Table VIII.

Der kleine Anteil der Wasserkraft wird durch zwei Stationen gestellt. Die eine befindet sich in der Oase Fayum (mit 2,9 MW installierter Kapazität), die andere an der Niltalsperre Nag Hammadi (mit 3 MW installierter Kapazität). ¹⁾

Um die Problematik der gegenwärtigen Energieversorgung Ägyptens verstehen zu können, müssen wir noch einem Tatbestand gerecht werden, der typisch für die Energiebedarfsdeckung eines unterentwickelten Landes ist.

Die von der Summe aller Kraftwerke beanspruchte Höchstlast betrug im Jahre 1954 250 MW. ²⁾ Daneben bestand im gleichen Zeitraum eine installierte Leistung von direkten Antriebsmaschinen - meist Dieselmotoren - zur Erzeugung mechanischer Energie von ca. 689.000 Horse-Powers (1 HP = 1,039 PS; 1 kW = 1,36 PS ³⁾). Ausgedrückt in elektrischen Leistungseinheiten sind das, unter Berücksichtigung eines großzügigen Reservefaktors, etwa 300 MW. Die Erzeugung mechanischer Energie ohne Verwendung von Elektrizität war also 1954 noch größer als die Beanspruchung des gesamten elektrischen Netzes im Zeitpunkt der Höchstbelastung. Diese Erscheinung ist bezeichnend für Länder, in denen die allgemeine Elektrizitätsversorgung noch auf keiner breiten Grundlage steht. Dann ist es zweckmäßiger, z. B. eine Pumpanlage mit einem Dieselmotor oder ein Diesel-Elektromotoraggregat im "Inselbetrieb" arbeiten zu lassen, als von einem weitabgelegenen Kraftwerk eigens eine Versorgungsleitung zu legen. ⁴⁾ Zweifellos kommt im gegenwärtigen

1) Vgl. Schelter, J.: a. a. O., S. 208.

2) Diese Zahl versteht sich einschließlich der Kraftwerke unter 1 MW. Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. I, a. a. O., S. 7.

3) Vgl. Berkenhoff, G.: Energie von A bis Z, München 1957, S. 127.

4) Auf die generelle Bedeutung kleinerer Energieanlagen, besonders in den Anfangsstadien der Entwicklung, weisen hin: Niemann, P.: Die Verbrennungskraftmaschine im Dienste der Wirtschaft von Entwicklungsländern, WPC, Belgrad 1957, Bericht A/18, S. 9 ff.

Golding, E. W. und Finn-Kelcey, P. G.: The Economic Possibilities of Local Energy Resources to Supply Power for Agriculture in Under-Developed Areas, WPC, Belgrad 1957, Bericht B 4/13.

Ridder, J.: The Use of Different Forms of Power with a View to Increasing Productivity and Improving the Standard of Living, WPC, Belgrad 1957, Bericht B 4/24.

Stadium der Elektrifizierung einer derartigen Energieerzeugung sowohl in der Landwirtschaft (Bewässerung) als auch in kleineren Industrie- und Handwerksbetrieben noch eine große Bedeutung zu. 49 % der in diesen Maschinen installierten Kapazität entfallen auf Bewässerungszwecke und hier regional mit etwa 70 % auf die nichtelektrifizierten Gebiete Ober-ägyptens. 51 % dienen der industriellen Produktion, wovon 57 % allein im Deltabereich anfallen. ¹⁾ Im Zuge der Ausdehnung des öffentlichen Netzes wird jedoch die Wirtschaftlichkeit dieser Maschinen stark in Frage gestellt. Es ist daher allein von dieser Seite ein Substitutionseffekt durch die elektrische Energie zu erwarten, der in jeder zukünftigen Strombedarfsüberlegung entsprechend berücksichtigt werden muß.

4. Die Kenndaten der Erzeugung als Maßstäbe zur Beurteilung des gegenwärtigen Stands

In der Elektrizitätswirtschaft ist es üblich, die Beanspruchung der Erzeugungskapazität anhand einiger Kennziffern zu beleuchten. Aus ihnen wird deutlich, in welchem Umfang bei einem bestimmten Bedarfszuwachs die Erzeugungskapazität ausgebaut werden muß. Gleichzeitig lassen sie auch eine wirtschaftliche bzw. unwirtschaftliche Ausnutzung der Anlagen erkennen. Die allgemeingebräuchlichen Maßstäbe sind die Benutzungsdauer, die Ausnutzungsdauer und der Reservefaktor. ²⁾

Die Benutzungsdauer, auch Benutzungsdauer der Höchstlast genannt, errechnet sich aus dem Verhältnis der gesamten, in einem bestimmten Zeitraum erzeugten elektrischen Energie zur Höchstlast dieses Zeitraums. ³⁾ Für Ägypten läßt sich so im Jahre 1958 bei einer Gesamterzeugung von 1905 Mio. kWh und einer Höchstlast von 353 MW eine Benutzungsdauer von ca. 5.400 h ermitteln. Das entspricht einem Belastungsfaktor von 62 % bei 8.760 h maximal möglicher Belastung durch die Höchstlast im Jahr.

1) Die prozentuale Aufteilung wurde nach Angaben der EdF errechnet. Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. III, a. a. O., Plate III/1, III/2 und III/3.

2) Vgl. Krönke, H. - Plochg, P. - Wissel, P.: a. a. O., S. 41 ff.

3) Vgl. VDEW: Begriffsbestimmungen ..., a. a. O., S. 21.

Diese Größenordnung wurde mit kleinen Abweichungen in den letzten Jahren konstant in Ägypten festgestellt. ¹⁾ Die hohe Benutzung der Erzeugungsanlagen durch die Höchstlast läßt auf eine relativ gleichmäßige Auslastung, d. h. also auf einen hohen Anteil einer unveränderlichen Grundlast schließen. ²⁾ Dagegen betrug in der öffentlichen Elektrizitätswirtschaft der Bundesrepublik die Benutzungsdauer im Zeitraum 1950 bis 1957 im Durchschnitt nur 4.600 h. ³⁾

Die Gleichmäßigkeit der Belastung sagt jedoch noch nichts über den Grad der Ausnutzung aus. Er wird durch die Ausnutzungsdauer gekennzeichnet, die sich als Verhältnis der erzeugten Arbeit eines Jahres zur gesamten installierten Kapazität im gleichen Zeitraum ergibt. ⁴⁾ Sie errechnet sich für 1958 bei einer Gesamterzeugung von 1905 Mio. kWh und einer installierten Kapazität von 783,5 MW mit ca. 2450 h. Das sind gegenüber einer maximalen Auslastung der installierten Kapazität von 8.760 h im Jahr nur ca. 28 % (= Ausnutzungsfaktor). ⁵⁾ Dabei ist gegenüber 1950 mit 2.100 h schon eine leichte Verbesserung eingetreten. Die entsprechenden Werte der Bundesrepublik werden im Zeitraum 1950 bis 1957 mit ca. 3.800 bis 4.200 angegeben. ⁶⁾

Die grundsätzlich niedrige Ausnutzung der Erzeugungsanlagen ist an

1) Vgl. Koshairy, M. A. B. El und Nabih, M. K.: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., S. 16.

2) Hierunter wird die im Laufe des Jahres oder sonstiger Zeitabschnitte unveränderliche Last verstanden.
Vgl. VDEW: Begriffsbestimmungen ..., a. a. O., S. 16.

Vgl. hierzu Bild 2, S. 27, das den hohen Anteil der unveränderlichen Grundlast am Tage der jährlichen Höchstbelastung in Ägypten zeigt.

3) Vgl. Krönke, H. - Plochg, P. - Wissel, P.: a. a. O., S. 43.

Vgl. Fischer, B.: a. a. O., S. 163 und Tabelle 2 im Anhang.

Allerdings erfährt dieser Vergleich eine gewisse Einschränkung dadurch, daß in Ägypten auch die industriellen Eigenversorger mit relativ hohen Benutzungsdauern einbezogen werden.

4) Vgl. Krönke, H. - Plochg, P. - Wissel, P.: a. a. O., S. 44.

5) In einer Untersuchung für Entwicklungsländer nennt Jukes ebenfalls Ausnutzungsfaktoren zwischen 25 und 30 %.
Vgl. Jukes, J. A.: Economic Factors Affecting the Establishment of Nuclear Power in Under-Developed Countries, WPC, Belgrad 1957, Bericht A/7, S. 6.

6) Vgl. Krönke, H. - Plochg, P. - Wissel, P.: a. a. O., S. 44.

Vgl. Fischer, B.: a. a. O., S. 165.

sich nicht überraschend. In der Elektrizitätswirtschaft wird mit einem maximalen 24stündigen Dauerbetrieb, auch an Sonn- und Feiertagen, gerechnet. Demnach ist ein Vergleich mit dem Beschäftigungsgrad eines in einer 8stündigen Schicht arbeitenden Industriebetriebs von vornherein unmöglich. Hier ist eine 100 %ige Ausnutzung bereits dann gegeben, wenn 8 Stunden am Tag voll gearbeitet wird. Weiterhin ist die niedrige Ausnutzung der Erzeugungsanlagen, selbst in entwickelten Ländern, im wesentlichen auf die ungleichmäßige Belastung der Kraftwerke und auf die Notwendigkeit, wegen der Deckung der Höchstlast eine gewisse Reservekapazität bereitstellen zu müssen, zurückzuführen. Diese Reservekapazität wird um so größer sein müssen, als einzelne Kraftwerke, infolge eines mangelnden Verbundbetriebs, auf sich allein angewiesen sind. In Ägypten ist aber derzeit der Verbundbetrieb, wie unser Absatz über die Verteilung zeigen wird, noch wenig ausgebaut. ¹⁾ Selbst im Delta besteht gegenwärtig noch keine ausreichende Verbindung der größeren Kraftwerke untereinander. Damit sind einige Gründe für die niedrige Ausnutzung genannt.

Als Spiegelbild dieser Erscheinung ergibt sich ein überdimensionierter Reservefaktor, der sich nach EUSTRATIOU nominell als das Verhältnis der installierten Kapazität (= 784 MW) zur Höchstlast des gleichen Jahres (= 353 MW) errechnet. ²⁾ Für Ägypten bedeutet das im Jahre 1958 einen Reservefaktor von 2,22. Die installierte Leistung liegt also um das Doppelte über der tatsächlich in diesem Jahr aufgetretenen Höchstlast. Wir haben an anderer Stelle darauf hingewiesen, daß die Höchstlast im optimalen Falle der garantierten Leistung des Erzeugungssystems entsprechen sollte ³⁾ und die eigentliche Reservekapazität nur zwischen garantierter und installierter Leistung der Anlagen bestehen dürfte.

1) Vgl. S. 39

2) Vgl. Eustratiou, G.: Die Problematik der griechischen Energiewirtschaft, Karlsruher Dissertation 1953, S. 63.

Die VDEW definiert den Reservefaktor als Verhältnis der Engpaßleistung zur Höchstlast, wobei Engpaßleistung "die durch den leistungsschwächsten Anlagenteil eines Kraftwerks begrenzte, höchste ausfahrbare Leistung" darstellt.

VDEW: Begriffsbestimmungen ..., a. a. O., S. 12.

3) Vgl. S. 23 f.

In Ägypten ist jedoch derzeit (1958) nicht nur diese elektrizitätswirtschaftlich gerechtfertigte Reserve ¹⁾ von 784 MW installierter Kapazität zu ca. 600 MW garantierter Kapazität ²⁾ gegeben, sondern die garantierte Leistung übersteigt die effektive Höchstlast von 353 MW noch zusätzlich um das 1,7fache recht beträchtlich. Das erklärt uns zunächst rein rechnerisch den hohen nominellen Reservefaktor.

Trotzdem darf das Ergebnis dieser statischen Sicht nicht überbetont werden. In dynamischer Betrachtung muß berücksichtigt werden, daß bei einer - zunächst ohne nähere Begründung ³⁾ - unterstellten stürmischen Entwicklung des Strombedarfs der Verbrauch sowohl hinsichtlich der Arbeit als auch der Höchstlast sehr rasch in die freien Kapazitäten hineinwachsen wird. Dieser Aspekt wird noch verstärkt durch die langen Reifezeiten einzelner Kraftwerksprojekte. So gesehen, mildert sich die anscheinend überdimensionierte Reservekapazität in Ägypten und läßt sie gesamtwirtschaftlich vertretbar erscheinen.

Die vorangehenden Kenngrößen sind noch in einer anderen Hinsicht von großer Bedeutung. Mit einer angenommenen Entwicklung der Benutzungsdauer läßt sich aus der prognostizierten Strombedarfsgröße auf die im jeweiligen Zeitpunkt bereitzustellende garantierte Leistung schließen. Mittels des zukünftigen Reservefaktors oder der zukünftigen Ausnutzungsdauer wird sich die jeweilig zu installierende Kapazität der Erzeugungsanlagen bestimmen lassen. Sie ist aber für die Ermittlung des Investitionsbedarfs relevant. So wird jedes Ergebnis für das nachfolgende zur Voraussetzung. Diese Überlegungen werden im Kapitel III noch eine wichtige Rolle spielen. ⁵⁾

1) Dabei soll hier nur an die Reservekapazität gedacht werden, die wegen des möglichen Ausfalls der einen oder anderen Anlage, der notwendigen Reparaturen, der Überholung usw. bereitgestellt werden muß.

2) Vgl. Koshairy, M. A. B. El und Nabih, M. K.: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., Figure 2.

3) Die Begründung für diese Aussage ergibt sich aus den im Kapitel III angestellten Überlegungen über die Strombedarfsentwicklung in Ägypten. Vgl. S. 110 ff.

4) Das ergibt sich aus der Beziehung: $\text{Benutzungsdauer} = \frac{\text{Erzeugte Arbeit}}{\text{Höchstlast}}$
Wird in einer Prognose die Größe der Erzeugung abgeschätzt, so kann mit ebenfalls geschätzten zukünftigen Benutzungsdauer auf die Höchstlast geschlossen werden. Ihr soll aber optimal die garantierte Leistung der Anlagen entsprechen.

5) Vgl. S. 114 ff.

Nachdem wir Verbrauch und Erzeugung unter verschiedenen Gesichtspunkten beleuchtet haben, wollen wir noch kurz auf den Status der Fortleitung und Verteilung im Jahre 1958 eingehen.

5. Der gegenwärtige Stand in der Fortleitung und Verteilung von elektrischer Energie

Neben die bereits geschilderten Eigenschaften der elektrischen Energie tritt eine weitere: die Leitungsgebundenheit. Sowohl bei der Fortleitung als auch der Verteilung handelt es sich im Prinzip um das gleiche: den Transport der elektrischen Energie. Während jedoch die Fortleitung den Transport in (meist) nicht verbrauchsfähiger Form, d. h. also mit hohen Spannungen über weite Strecken vornimmt, besteht die Verteilung der elektrischen Energie in der Zuführung des Stroms zu den Verbrauchseinrichtungen in kurzer Distanz und gebrauchsfähiger Niederspannung. Die für die Fortleitung notwendigen hohen Spannungen ergeben sich jedoch weder in den Erzeugungsanlagen von selbst noch sind sie auf Grund der genormten Verbraucherspannung in den Geräten der Abnehmer zu verwenden. Deshalb muß die Spannung mit entsprechenden Umspannanlagen am Erzeugungsort herauf- und am Verbrauchsort herabtransformiert werden.

Nach der zu übertragenden Spannung werden Hochspannungs-, Mittelspannungs- und Niederspannungsnetze mit den jeweiligen Umspannstationen unterschieden. Die Grenze ist fließend und mit zunehmendem Lastanstieg verschiebbar. ¹⁾ In Ägypten sind die Hochspannungsnetze derzeit mit 66 kV ausgelegt, jedoch im Kairo-Ring mit nur 63 kV bzw. im Nildelta und Oberägypten mit nur 33 kV im Betrieb. Das Mittelspannungsnetz arbeitet überwiegend mit 10,5 kV (Kairo, Alexandrien), z. T. aber auch mit 5 kV (ältere Netze in Alexandrien) und 3,5 kV (ältere Systeme in Kairo). Das Niederspannungsnetz ist auf die einheitliche Gebrauchsspannung 220/380 V festgelegt. ²⁾ Es würde zu weit führen, den gegen-

1) Vgl. Mangoldt, W. v. und Wilhelm, H.: Energieübertragung und Energieverteilung, in: Die Entwicklung der Starkstromtechnik, hrsg. von den Siemens-Schuckertwerken AG, Erlangen 1953, S. 156.

2) Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. I, a. a. O., Karte im Anhang und Vol. II, a. a. O., S. 20 f.

Vgl. auch Schelter, J.: a. a. O., S. 207 f.

wärtigen Status in den einzelnen Regionen verbal zu beschreiben. Wir verweisen daher an dieser Stelle auf das im Kapitel III gezeigte Bild 1 das die bestehenden Hochspannungsnetze neben dem geplanten Ausbau der Vermaschung zeigt. ¹⁾ Es bleibt festzustellen, daß die durch das 66 kV- bzw. 33 kV-Hochspannungsnetz gegebene Verbindung im Delta nicht ausreicht, um den bei einem weiteren Lastanstieg notwendigen hohen Leistungsaustausch zwischen den Deltakraftwerken zu gewährleisten. Hier und insbesondere in der Vermaschung Oberägyptens mit dem Delta werden die Aufgaben des zukünftigen Netzausbaus liegen.

6. Das gegenwärtige Tarifsystern und Preisniveau in der ägyptischen Elektrizitätswirtschaft

Die Frage der Preisgestaltung übt sicherlich einen entscheidenden Einfluß auf die Art und den Umfang der Elektrizitätsanwendung und damit auf die Produktivität und Rentabilität der nachgelagerten Wirtschaftszweige aus. Die damit zusammenhängenden Probleme, vor allem der Kostenrechnung, sind derart vielschichtiger Natur, daß sie hier nicht im einzelnen behandelt werden können. Immerhin müssen wir zu diesem Fragenkreis einige grundsätzliche Bemerkungen machen, um an ihnen die spezifische Situation Ägyptens zu beleuchten.

In der internationalen Diskussion um die Fragen der Stromkreisbildung spielen die Begriffe der Preisdifferenzierung und Preisdiskriminierung eine wichtige Rolle. Die Möglichkeit einer derartigen Preisbildung ergibt sich aus dem Bestehen von Teilmärkten für die elektrische Energie, auf die VAN DER MAAS besonders klar hingewiesen hat. ²⁾ So lassen sich Teilmärkte nach dem Zeitpunkt des Strombedarfs, nach dem Verwendungszweck, nach der finanziellen Tragfähigkeit des jeweiligen Verbrauchers, nach dem zeitlichen Verlauf der Energienachfrage (Belastungsdiagramm) usw. bilden.

Für den Wachstumsprozess der Elektrizitätswirtschaft und der nachgelagerten Wirtschaftsgruppen ist das Problem der kostenechten oder

1) Vgl. Bild 19, S. 146.

2) Vgl. Maas, H. van der: Preisdifferenzierung und Preisdiskriminierung in der Energieversorgung, in: Neuere Entwicklung der Energiepreisbildung, Tagungsberichte des Energiewirtschaftlichen Instituts an der Universität Köln, H. 8, München 1956, S. 121 ff.

kostendeckenden Preise eine schwerwiegende Entscheidung. Ganz abgesehen davon, daß die nach verschiedenen Teilmärkten erfolgende Ermittlung der jeweils kostenechten Preise in der Praxis auf große Schwierigkeiten stößt ¹⁾, ist nach unserer Ansicht auch das globale Kostendeckungsprinzip über alle Verbraucher für die besonderen Verhältnisse der Entwicklungsländer nicht zum Grundsatz zu machen. Vielmehr erscheinen uns im Entwicklungsprozess dieser Länder für die Tarifpolitik folgende Gesichtspunkte wesentlich:

formale Gesichtspunkte, wie leichte Verständlichkeit und Erhebungsbilligkeit bezüglich Messung und Verrechnung; ²⁾

elektrizitätswirtschaftliche Gesichtspunkte, wie günstiger Einfluss auf eine Verflachung der Belastungskurve, d.h. aber auf einen Anstieg der Benutzungsdauer; ferner, wenn keine Kollision mit übergeordneten Zielen entsteht, das Prinzip des "anlegbaren" Preises mit der Aufgabe, die laufenden Investitionen aus dem elektrizitätswirtschaftlichen Ergebnis direkt zu erwirtschaften; darüber hinaus absatzfördernde Eigenschaften, insbesondere gegenüber solchen Verbrauchern, denen im Entwicklungsprozess verstärkte Bedeutung zukommt ;

gesamtwirtschaftliche Gesichtspunkte, als oberste Richtschnur in der Rangfolge der einzelnen Ziele. Der gesamtwirtschaftlichen Zielsetzung gebührt gegenüber dem Kostendeckungs- oder Gewinnmaximierungsprinzip der Elektrizitätswirtschaft der Vorrang. Sicherlich läßt sich mit dem Modell der vollkommenen Konkurrenz bestehend begründen, daß nur ein in den einzelnen Bereichen erwirtschaftetes Gewinnmaximum auch gesamtwirtschaftlich zu einem optimalen Ertrag führen kann. Die Argumentation ist bekannt. Jede davon abweichende Preisgestaltung in der Elektrizitätswirtschaft müsse zu einer Verzerrung auf dem Energiemarkt und darüber hinaus der gesamten Marktstruktur führen. ³⁾ Diese Modellbetrachtung ist für die Anfangsphase der Entwicklung dieser Länder gefährlich. Dem absoluten Kostendeckungsanspruch der Elektrizitätsversorgung kann nämlich - im anderen Extrem - der völlige Verzicht

1) Eine derartige differenzierte Kostenermittlung würde bedeuten, daß z.B. eine Aufschlüsselung der Kosten nach dem Zeitpunkt des Stromverbrauchs oder nach einzelnen Abnehmergruppen entsprechend ihren weitgehend unterschiedlichen Belastungskurven im Laufe eines Jahres, Monats oder Tages zu erfolgen hätte.

Vgl. Keller, Th. v.: a. a. O., S. 8 ff.

2) Vgl. Musil, L.: a. a. O., S. 267.

3) Eine derartige Stellung nimmt z.B. Keller ein.
Vgl. Keller, Th. v.: a. a. O., S. 8 ff.

der entsprechenden Verbraucher gegenüberstehen. In diesem Falle wäre die modellmäßig weniger günstige Lösung, auf Grund attraktiver, nicht kostendeckender Preise weite Verbraucherschichten zu erfassen und deren Wirtschaftlichkeit zu steigern, gesamtwirtschaftlich durchaus vorzuziehen.

Die gesamtwirtschaftliche Wirkung der elektrizitätswirtschaftlichen Investitionen liegt, wie bereits gesagt, nicht primär in ihrer eigenen Rentabilität, sondern in dem stimulierenden Effekt auf nachgelagerte Abnehmerkreise. Dem muß aber auch die Tarifpolitik gerecht werden, wenn verhindert werden soll, daß die Gruppe der stromintensiven Verbraucher entweder zur ungewünschten Selbstversorgung übergeht oder aber ganz auf das Aufbauprogramm verzichtet. Das gilt besonders für chemische und metallurgische Betriebe mit einem Stromkostenanteil von 10 bis 40 %¹⁾ an den Gesamtkosten ihrer Produkte. Schon weniger gefährlich erscheinen erhöhte Preise in den Bereichen der Metallverarbeitung mit einem Stromkostenanteil von 5 bis 10 % und allen übrigen Sektoren (Gewerbe, Landwirtschaft, Haushalt) mit Kostenanteilen von unter 3,5%.²⁾

Die Elektrizitätswirtschaft läßt sich im Entwicklungsprozess dieser Länder kaum von der staatlichen Initiative trennen. Daher werden ihre Finanzierungsquellen auch dort zu suchen sein, sei es unmittelbar oder mittelbar über steuerliche Maßnahmen. Der "anlegbare" Preis ist somit nicht im Sinne der elektrizitätswirtschaftlichen Gewinnmaximierung, sondern hinsichtlich seiner Wirkung auf wichtige, den gesamtwirtschaftlichen Wachstumsprozess bestimmende Verbrauchergruppen zu verstehen.

Diesen Zielsetzungen kann mit einer Fülle verschiedener Tarifsysteme entsprochen werden.³⁾

In Ägypten besteht derzeit eine Abart des sogenannten Zählertarifsystems.⁴⁾

1) Vgl. Ludwig, W.: Schlüsselzahlen über Stromverbrauch und Stromkostenanteile in der industriellen Fertigung, in: Österreichische Zeitschrift für Elektrizitätswirtschaft, Bd. 8 (1955), S. 151 ff.

2) Vgl. ebenda, S. 157 f.

3) Eine ausführliche Besprechung derartiger Tarifsysteme findet sich bei Musil.

Vgl. Musil, L.: a. a. O., S. 260 ff.

Vgl. auch Königshofer, E.: a. a. O., S. 74 ff.

4) Hierunter wird der kWh-Tarif verstanden, der sich durch seine leichte Verbrauchserfassung, große Übersichtlichkeit und einfache Verrechnung auszeichnet.

Vgl. Musil, L.: a. a. O., S. 262 ff.

Der Ausgleich der Belastung und die Förderung besonderer Abnehmerschichten soll dadurch erreicht werden, daß die Preise je kWh nach verschiedenen Verbrauchergruppen und innerhalb dieser nach den Verbrauchssummen bzw. der Benutzungsdauer und dem Zeitpunkt der Benutzung gestaffelt werden. ¹⁾ Demnach werden also nach mehreren Gesichtspunkten Blockbildungen vorgenommen. Dabei ergeben sich auch zwischen den einzelnen Gesellschaften und nach der Ortslage preisliche Differenzierungen.

Die Preise bewegten sich 1954 je nach Verbrauchergruppe, Ortslage und Gesellschaft in der Schwankungsbreite von 5,3 bis 57% je kWh. ²⁾ Sie lagen damals, selbst für die industriellen Abnehmer, bedeutend über dem Durchschnitt der europäischen Länder. ³⁾

Die UN nennt für Ägypten im gleichen Jahr einen Durchschnittspreis über alle Verbraucher von 4,3 cents 14,9 % je kWh. Der Industriestrompreis wird dagegen nur mit 1,3 cents 4,5 % je kWh angegeben. Die Durchschnitts- bzw. Industriestrompreise der USA von 1,8 bzw. 0,8 cents je kWh und Schwedens von 0,6 bzw. 0,5 cents je kWh bleiben im gleichen Zeitraum beträchtlich unter den ägyptischen Werten. ⁴⁾

Im zukünftigen Entwicklungsprozess Ägyptens wird es also darauf ankommen, zu einer wesentlichen Verbilligung des gesamten Strompreinsniveaus, insbesondere aber zu einer Strompreissenkung für die wichtigen industriellen und landwirtschaftlichen Großverbraucher zu kommen.

1) Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. II, a. a. O., S. 85 ff.

2) Die ägyptische Währungseinheit ist das Ägyptische Pfund.
1 LE = 100 Piaster = 1000 %. 1 LE = 12,06 DM (Mittelkurs 1959).

3) Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. III, a. a. O., Plate VII/4.

4) Vgl. UN: The Development of Manufacturing Industry ..., a. a. O., S. 78, Table 67.

II. GENERELLE ENTWICKLUNGSTENDENZEN DER ELEKTRISCHEN ENERGIE UND IHRE BEDEUTUNG IM WIRTSCHAFTLICHEN WACHSTUMSPROZESSE UNTERENTWICKELTER LÄNDER

Mit diesem Kapitel wenden wir uns der erweiterten Analyse unserer generellen Fragestellung zu. Es handelt sich dabei um die grundsätzlichen Proportionen der elektrizitätswirtschaftlichen Wachstumsrate in ihrem Verhältnis zur postulierten gesamtwirtschaftlichen Entwicklung. Die geschilderte realtypische Situation Ägyptens geht hier als Spezialfall in die allgemeine Problematik ein.

1. Der Wachstumsverlauf der Energiewirtschaft und die zunehmende Bedeutung der Edelenergie Elektrizität

Bevor wir uns mit der spezifischen Wachstumsproblematik der elektrischen Energie auseinandersetzen, sei in wenigen Strichen ihre Bedeutung im Rahmen der gesamten energiewirtschaftlichen Entwicklung gezeigt. Dabei geht es uns weniger um ganz bestimmte numerische Quanten - das ist in der einschlägigen Literatur intensiv dargestellt ¹⁾ - als vielmehr um die Herausarbeitung typischer Entwicklungsphänomene. Bei einem rückschauenden Überblick über die Energieversorgung der heute entwickelten Länder zeichnen sich zwei Epochen ab. Wirtschaftlich anspruchslöse Zeiten begnügten sich mit menschlicher und tierischer Arbeitskraft. Aber schon mit der Erfindung der Dampfmaschine und des mechanischen Webstuhls begann ein durch fortschreitende Technik gekennzeichneter Zeitabschnitt. In ihm stand die Wirtschaftlichkeit hinter der technischen Lösung energiewirtschaftlicher Probleme zurück. ²⁾

In zunehmendem Maße ging die Entwicklung der Energiewirtschaft mit dem gewaltigen Aufschwung der Industrieländer einher. ³⁾ Der rasch steigende

1) Vgl. hierzu insbesondere das mit großem Arbeitsaufwand und mit einem Stab von Mitarbeitern auf Veranlassung der amerikanischen Atomenergiekommission erstellte Werk von Palmer C. Putnam.
Putnam, P. C.: Energy in the Future, London 1954.

2) Vgl. Musil, L.: a. a. O., S. 1.

3) Vgl. Lazar, P. und Zentai, B.: Untersuchungen über den Zusammenhang von Energieverbrauch, Produktionsvolumen und Arbeitsproduktivität in der Maschinenindustrie, WPC, Belgrad 1957, Bericht A/32, S. 1.

Vgl. auch Mueller, H. F.: Der Einfluß der Energiewirtschaft auf die wirtschaftliche und soziale Struktur, Mitteilungen der List-Gesellschaft, Nr. 10, Basel 1957, S. 245.

Energiebedarf in Verbindung mit der natürlichen Begrenzung der bekannten Energieträger lenkte das Augenmerk mehr und mehr auf volks- und betriebswirtschaftliche Probleme. Die Frage der Wirtschaftlichkeit trat in den Vordergrund und bestimmte ihrerseits den Einsatz der Technik und ihre Weiterentwicklung.

Heute stehen wir in weltweiter Betrachtung vor dem entwickelten wie unterentwickelten Ländern gleichermaßen betreffenden Problem: Wie deckt das gegebene Primärenergiedargebot den steigenden Bedarf an Nutzenergie? ¹⁾ Die Unsicherheit in der Beantwortung dieser Frage führte zu einer Flut langfristiger Energieprognosen. Sie widersprechen sich z. T. ganz erheblich. So verschiedenartig auch die einzelnen Ergebnisse sein mögen, eines haben sie gemein: das Faktum eines sich stetig ausweitenden Energiebedarfs in der Welt, der die vorhandenen Reserven an fossilen Brennstoffen in säkularer Betrachtung sehr begrenzt erscheinen läßt. Das hat energiewirtschaftlich zwei Konsequenzen; einmal muß eine intensive Nutzung der konventionellen Energieträger angestrebt werden, zum anderen wird sich der Einsatz neuer Energieträger nicht umgehen lassen.

Zur Lösung der ersten Frage werden nur zunehmende Veredlungsprozesse und die Verwendung höherwertiger Energie in der Endverbrauchsstufe beitragen können.

Diese Entwicklung zeichnet sich bereits in den letzten 50 Jahren durch kräftige Strukturwandlungen im Primärenergieverbrauch ab. 1880 wurde das Brennholz durch die Kohle überflügelt, die 1910 mit 88 % am Primärenergieverbrauch ihren höchsten Anteil hatte. Seitdem hat sich der Anteil der Kohle zugunsten von Erdgas und Erdöl laufend zurückgebildet. ²⁾ Dieser Prozess kommt in einem Schaubild der UN, das wir als

1) Vgl. Mueller, H. F.: Probleme der Energiewirtschaft, Berlin-München 1956, S. 8.

2) Vgl. Thirring, H.: Ausblick auf die Energiewirtschaft der nächsten hundert Jahre, in: Österreichische Zeitschrift für Elektrizitätswirtschaft, 7. Jg. (1954), H. 9, S. 345.

Bild 3 ¹⁾ zeigen, für die Welt als ganzes eindeutig zum Ausdruck. Ähnliche Tendenzen sind auch für einen schwergewichtigen Teil des Weltenergieverbrauchs, nämlich den Energieverbrauch Europas, festzustellen. ²⁾

In verstärktem Maß macht sich dieser Umstrukturierungsvorgang nicht nur innerhalb der Primärenergien, sondern auch im Endenergieverbrauch bemerkbar. Das bedeutet, daß relativ immer weniger Primärenergie direkt in die Endstufe des Verbrauchs eingeht, da sie vorher in andere Energieträger höherer Art überführt wird. Dabei kommt gerade der Elektrizität, wegen ihrer gegenüber anderen Energieträgern größeren Elastizität und Wirtschaftlichkeit, eine besondere Rolle zu. ³⁾

Gegenwärtig wird in der Welt der Primärenergieverbrauch zur Elektrizitätserzeugung auf ca. 10 bis 15 % geschätzt. ⁴⁾ Im zukünftigen Entwicklungsprozess wird er für Westeuropa mit ca. 40 % im Jahre 1975 angegeben. ⁵⁾ Für die Welt als Ganzes mag dieser Prozentsatz niedriger liegen, jedoch ändert das nichts an der Erscheinung, daß die Elektrizität auf Grund ihrer stärkeren Wachstumsrate in zunehmendem Maße andere Endenergieträger substituiert. ⁶⁾

1) Quelle: UN: World Energy Requirements in 1975 and 2000, International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy, Geneva 1955, S. 15. Auch der Paley-Report weist auf diese vergangenen und künftigen Strukturwandlungen hin und glaubt für 1975 in der westlichen Welt den Anteil der Kohle auf 33 %, des Erdöls auf 41 %, des Erdgases auf 24 % und der Wasserkraft auf 2 % schätzen zu können.

Vgl. Paley, W. S.: Resources for Freedom, A Report to the President by the President's Materials Policy Commission, Washington 1952. Die Angaben wurden aus der den energiewirtschaftlichen Teil betreffenden Übersetzung von de Jouvenel entnommen.

Vgl. Jouvenel, B. de: Les ressources actuelles et les besoins futurs d'énergie d'après le Rapport Paley, in: Revue française de l'Energie, 1953, S. 147 f.

2) Vgl. OREC: Europe's Growing Needs of Energy - How can they be met?, Paris 1956, S. 63.

Deutsche Übersetzung: Europas Energiebedarf, sein Anwachsen, seine Deckung, hrsg. vom Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit, 2.Auflage, Bonn 1956.

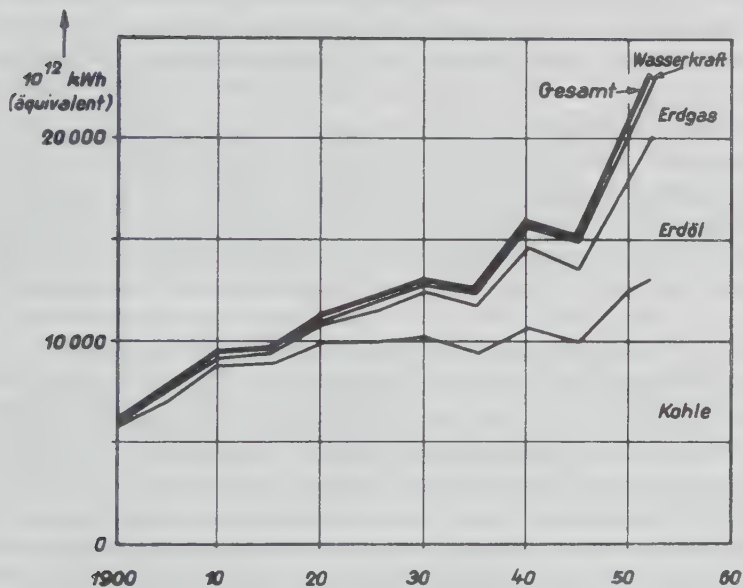
3) Vgl. Oberlack, H. W.: Die zukünftige Energieversorgung Westeuropas, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 6. Jg. (1956), H. 48, S. 52.

4) Vgl. Mueller, H. F.: Probleme der Energiewirtschaft, a. a. O., S. 9.

5) Vgl. Oberlack, H. W.: Die Bedeutung der Elektrizität in der zukünftigen Energieversorgung Westeuropas, in: EW, 55. Jg. (1956), H. 12, S. 386.

6) Vgl. ebenda, S. 385 f.

Welterzeugung an Energieträgern



Mit der zweiten Konsequenz - der Zuführung neuer Energieträger - hat sich PUTNAM ausführlich auseinandergesetzt. Er untersucht zunächst den Beitrag der sogenannten "Einkommensenergien" im zukünftigen Entwicklungsprozess. Darunter versteht er sich stets erneuernde Energieträger, wie Brennholz, Wasserkräfte, Wind, Ausnutzung der Erdwärme, Temperaturdifferenzen der Meere sowie die Sonnenenergie.

Mit Ausnahme der Sonnenenergie wird der Beitrag jedes dieser Energieträger nur sehr gering eingeschätzt. ¹⁾ Die Sonnenenergie ist aber noch weit davon entfernt, in ein wirtschaftliches Stadium zu treten. So verstehen sich die Anstrengungen, nach neuen, ergiebigen und wirtschaftlichen Energieträgern zu suchen. Sie reichen über phantastisch anmutende Vorschläge - z.B. soll mit der Züchtung der Alge *Chorella pyrenoidosa* auf unfruchtbarem Gebiet biologischer Brennstoff und nach anderen Plänen synthetisches Brennmaterial ²⁾ gewonnen werden - bis hin zu der bereits in ein aktuelles Stadium getretenen Atomenergie.

Über die Wirtschaftlichkeit der Atomenergie besteht noch keine volle Übereinstimmung. Die Kostenangaben liegen z. T. geringfügig unterhalb, z.T. um das Doppelte über den Kosten, die zur Energiegewinnung auf Kohlebasis aufgewendet werden müssen. ³⁾ Trotzdem wird sich der verstärkte Einsatz der Atomenergie nicht umgehen lassen.

Die Atomenergie, durch den Atomspaltungsprozess des Urans freiwerdende Wärmeenergie, läßt sich jedoch wirtschaftlich und technisch überwiegend nur durch Umwandlung der Wärme in Elektrizität nutzen. ⁴⁾ Die Technik dieser Umwandlung unterscheidet sich, mit Ausnahme des als Wärmequelle vorgeschalteten Uranreaktors, im Prinzip nicht von den in konventionellen Wärmekraftanlagen gebräuchlichen Verfahren. (Wärmequelle - Dynamo - Generator - Strom). ⁵⁾

1) Vgl. Putnam, P. C.: a. a. O., S. 177 ff und S. 204.

2) Vgl. Batcheler, H. R. und Nelson, H. W.: Die Zukunft flüssiger und gasförmiger Brennstoffe, in: EW, 55. Jg. (1956), H. 17, S. 621.

3) Vgl. Goldschmid, W.: Der zukünftige Energiebedarf der Welt und seine Deckung, in: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (Bull.S.E.V), Bd. 46 (1955), Nr. 13, S. 623.

Vgl. hierzu Kapitel III, S. 122, wo wir bei der Frage nach dem Einsatz für Ägypten geeigneter Energieträger dieses Problem beleuchten werden.

4) Vgl. Gerlach, W.: Probleme der Atomenergie, München 1948, S. 5.

5) Vgl. ebenda, S. 8.

Die Atomenergie kann also beim derzeitigen technischen Stand nur in Form der Elektrizität wirtschaftlich genutzt werden. Sie wird demnach die konventionellen Primärenergieträger (insbesondere Kohle) nur dann wirksam entlasten können, wenn es gelingt, der Elektrizität neue Anwendungsbereiche zu erschließen. Für einen Großteil der Nutzenergieanwendung muß deshalb an die Stelle bisher verwendeter Energieträger die auf Atombasis gewonnene Elektrizität treten, d. h. ein entscheidender Substitutionsprozess stattfinden. Das gilt vor allem für den Wärmesektor, der allein 85 % der gesamten Nutzenergie beansprucht, jedoch vom Stromverbrauch nur 15 bis 20 % aufnimmt. ¹⁾

Die Voraussetzung für die Anwendung der Atomenergie ist demnach eine wesentliche Strukturveränderung des gesamten energiewirtschaftlichen Systems in Richtung auf eine verstärkte Elektrifizierung.

Die Streckung der konventionellen Energieträger und Anwendung neuer Energieträger führt also in jedem Falle zu einer intensiven Nutzung der elektrischen Energie oder, wie O'BRIEN es nennt, zu "an electrifying future" ²⁾.

Die Entwicklungsländer sind dem heutigen Energiesystem noch nicht so verhaftet, so daß sich dort nach PUTNAM ein Übergang zur verstärkten Elektrifizierung leichter bewerkstelligen ließe. ³⁾ Diesen Gedanken können wir allerdings nicht in dem Sinne auslegen, daß z. B. die Atomenergie im Entwicklungsprozess dieser Länder von vornherein die entscheidende Rolle spielen sollte. Vom wirtschaftlichen Standpunkt aus ist eine solche Lösung dann unangebracht, wenn im speziellen Fall billigere Primärenergien, wie z. B. Wasserkräfte, gegeben sind. Dieser Gedanke ist daher nur so zu verstehen, daß die Möglichkeit eines im Endenergieverbrauch hohen elektrischen Anteils von vornherein angestrebt werden müßte; d. h. aber, daß der in den entwickelten Ländern stattgefundene Prozess einer stetigen Überholung anderer Energieträger durch die Elektrizität bei den unterentwickelten Ländern mit der Erschließung der Rohenergiequellen Hand in Hand gehen sollte. KELLER bringt das klar zum Ausdruck, wenn er sagt: "Die technischen und wirtschaftlichen Probleme der Elektrizitätserzeugung und -verwertung, die anderen Orts (in den entwickelten Ländern, Anm. d. Verf.) erst nach und nach zur Lösung anstanden, ... , treten in Entwicklungsländern in enger zeitlicher Zusammenballung auf." ⁴⁾

1) Vgl. Mueller, H. F.: Probleme der Energiewirtschaft, a. a. O., S. 9 ff.

2) O'Brien, W. V.: An Electrifying Future, in: Electrical Engineering, Dezember 1954, S. 1064.

3) Vgl. Putnam, P. C.: a. a. O., S. 254.

4) Keller, Th. v.: a. a. O., S. 2.

Die vorstehenden Ausführungen stellten die Elektrizität bewußt in den Rahmen des Gesamtenergiehaushalts. Sicherlich ist es richtig, bei den Überlegungen über die Wachstumstendenzen der elektrischen Energie vom Stromverbrauch als Teilgeschehen des Gesamtenergieverbrauchs auszugehen ¹⁾, sich über die Stellung und Funktion der Elektrizität innerhalb der verschiedensten Energieträger ein Bild zu verschaffen und bei zukünftigen Bedarfsabschätzungen den möglichen Strukturwandlungen Rechnung zu tragen. Jedoch kann ein derartiges Gesamtbild nur der Ausgangspunkt einer im besonderen auf die Elektrizitätswirtschaftliche Entwicklung gerichteten Untersuchung sein.

Zwar mag die Abschätzung des zukünftigen Gesamtenergiebedarfs auf der Roh- bzw. Endenergiestufe noch hingehen, da sich die Fehler in der Verbrauchsannahme für einzelne Energieträger gegenseitig ausgleichen können. Sobald aber aus dem Gesamtergebnis einer solchen Prognose über ganz bestimmt unterstellte Substitutionseffekte und Umwandlungswirkungsgrade auf den zukünftigen Anteil einzelner Energieträger geschlossen werden soll, werden zusätzliche Unsicherheitsfaktoren in das Verfahren hineingetragen. Hinzu kommt die methodische Problematik einer auf einen einheitlichen Nenner gebrachten Energiebilanz, die schließlich die analytische Voraussetzung für dieses Verfahren darstellt. Unter ihr wird die auf einen einheitlichen Nenner gebrachte Zahlenübersicht über Aufkommen und Verwendung von Energieträgern in einem geschlossenen Wirtschaftsgebiet verstanden. ²⁾ Demnach werden also alle an irgendeiner Stelle in den Energiehaushalt eingehenden Energieträger in kWh oder Steinkohleeinheiten (SKE) usw. umgerechnet und das Ergebnis zum Ausgangspunkt der Bedarfsprognose der Gesamtenergie und ihrer einzelnen Energieträgeranteile gemacht.

Gegen diese Art der Betrachtungsweise wird neuerdings entschieden Stellung genommen, da sowohl physikalische Gründe als auch eine unterschiedliche Bewertung in der Zweckbestimmung einzelner Energieträger - ein Fernsehgerät läßt sich nun einmal nicht mit Mineralöl speisen - die Darstellung der verschiedensten Erscheinungsformen der Energie in einer Dimension unmöglich macht. ³⁾

1) Vgl. Lesch, G.: Zukunftsentwicklung des Elektrizitätsverbrauchs im Rahmen des Gesamtenergiehaushalts, in: EW, 50. Jg. (1951), H. 9, S. 257 f.

2) Vgl. Mueller, H.F.: Bedeutung und Problematik von Energiebilanzen, Karlsruhe 1958, S. 1.

3) Vgl. ebenda, S. 6 ff.

Vgl. auch Sardemann, F.: Noch einmal: Wert und Unwert von Energieprognosen, in: EW, 58. Jg. (1959), H. 3, S. 88 f.

Angesichts dieser Schwierigkeiten liegt es nahe, sich bei den Überlegungen über die Wachstumstendenzen eines speziellen Energieträgers - in unserem Falle der Elektrizität - unmittelbar und isoliert mit seiner spezifischen Entwicklung zu beschäftigen.¹⁾

Dem wollen wir uns im folgenden zuwenden.

2. Der Wachstumsverlauf der Elektrizitätswirtschaft als Komponente des gesamtwirtschaftlichen Wachstums in unterentwickelten Ländern

Ein empirisch-analytischer Versuch zur Bestimmung der elektrizitätswirtschaftlichen Wachstumstendenzen, -faktoren und -bedingungen aus der Sicht entwickelter Länder und deren Elektrizitätserzeugung.

Den an anderer Stelle unterschiedenen Ansätzen in der Betrachtungsweise wirtschaftlicher Wachstumsphänomene ist eines gemein: die Untersuchung langfristiger Entwicklungserscheinungen. Instrumental bedeutet das eine Vernachlässigung der aus den Spannungen zwischen Konsum und Investition herrührenden Einkommensschwankungen²⁾, empirisch eine lange Zeiträume betreffende Darstellung bestimmter Realreihen und kultursoziologisch eine schon vom Betrachtungsobjekt gegebene langfristige Beobachtung kulturhistorischer Wandlungserscheinungen. An die Stelle des Konjunkturzyklus und seiner Erklärung tritt die Frage nach dem säkularen Trend der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung.

Für den Sektor der Elektrizitätswirtschaft stellt sich analog die Frage nach den echten Wachstumserscheinungen, abgesehen von den täglichen, saisonalen und konjunkturellen Schwankungen. Über den un-

1) Das kommt bei nahezu allen modernen Autoren zum Ausdruck: Vgl. Wessels, Th.: Die voraussichtliche Entwicklung des Energiebedarfs ..., a. a. O., S. 22.

Vgl. Wessels, Th.: Der volkswirtschaftliche Fortschritt und die Entwicklung der Energiewirtschaft, in: Entwicklungsprobleme der Energiewirtschaft, Tagungsberichte des Energiewirtschaftlichen Instituts der Universität Köln, H. 5, München 1952, S. 20 f.

Vgl. Sardemann, F.: Noch einmal: Wert und Unwert von Energieprognosen, a. a. O., S. 88 f.

2) Der kurzfristige, dynamische Einkommensaspekt bei Keynes wird durch den Kapazitätseffekt der Investitionen ergänzt. Multiplikator und Akzelerator sind die dominierenden Systemmittel als Ausdruck des dualistischen Charakters der Investitionen.

Vgl. Domar, E. D.: Expansion and Employment, in: Domar, Essays in the Theory of Economic Growth, New York 1957, S. 97 ff.

latorischen bzw. oszillatorischen Bewegungen ¹⁾ oder aber auch über den zu bestimmten Zeiten gegebenen Einbrüchen in die laufende Reihe von Jahreserzeugungswerten zeigt die Entwicklung der Stromerzeugung eine im Sinne WAGEMANNs einmalige kontinuierliche Veränderung ²⁾, d. h. also eine echte Wachstumserscheinung.

Auf sie ist unsere Fragestellung gerichtet. Demnach müssen wir uns um die Eliminierung der rhythmisch gebundenen (undulatorischen) Tages- und Saisonschwankungen und der zyklisch oder rhythmisch freien Bewegungen (Konjunktur im engeren Sinn) bemühen. ³⁾

Die erste Bewegung ist relativ einfach auszuschalten und geht bei der Heranziehung von jährlichen Erzeugungswerten von selbst unter. Die konjunkturellen Schwankungen bereiten schon größere Schwierigkeiten. Dabei ergibt sich allerdings, wie sich im folgenden zeigen wird, die interessante Erscheinung einer gewissen Irreagibilität der Stromerzeugung auf Depressionen. Außerdem steigern die nachfolgenden Aufschwungsjahre die Stromerzeugung immer wieder so stark, daß die Kurve erneut in die ursprüngliche Entwicklungsrichtung einschwenkt. Damit sinkt die konjunkturell bedingte Wellenbewegung bei säkularer Betrachtung über 25 bis 50 Jahre zur sekundären Bedeutung ab. ⁴⁾

Überhaupt nicht erfassbar sind die einmaligen, diskontinuierlichen Prozesse, wie sie exogen durch Kriege, Naturkatastrophen usw. verursacht werden. ⁵⁾

Die Bestimmung eines tendenziellen Verlaufs ist immer die Verbindung von Vergangenheit und Zukunft. "Le meilleur des prophètes de l'avenir,

1) Solche Bewegungen kommen z.B. im täglichen Belastungsdiagramm eines Erzeugungssystems zum Ausdruck, vgl. Bild 2, S. Sie sind aber auch saisonal im jährlichen "Belastungsgebirge", d.h. also in hintereinandergeordneten Tagesdiagrammen festzustellen. Vgl. Musil, L.: a. a. O., S. 28.

2) Vgl. Wagemann, E.: Konjunkturlehre, Berlin 1928, S. 45.

3) Diese Einteilung entspricht der Reihentypisierung von Wagemann. Vgl. Wagemann, E.: Narrenspiegel der Statistik, 3. Auflage, München 1950, S. 197 ff.

4) Wagemann begründet das damit, daß die Elektrifizierung ein "irreversibler Prozess" ist, bei dem ein relativ starrer Grundbedarf immer weiter anwächst.

Vgl. Wagemann, E.: Welt von Morgen. Wer wird Herr der Erde?, Düsseldorf 1952/53, S. 31.

5) Vgl. Wagemann, E.: Narrenspiegel ..., a. a. O., S. 199.

c'est le passé." ¹⁾ Eine langfristig erklärende Betrachtung des abgelaufenen gesamtwirtschaftlichen und elektrizitätswirtschaftlichen Entwicklungstrends ist jedoch nur für die heute entwickelten Länder möglich. Die hier vorgefundenen Tatbestände können wir nicht unmittelbar auf die Entwicklungsländer übertragen. Hier müssen wir, insbesondere wenn wir von den nur quantitativen Aussagen zur numerischen Bestimmung im konkreten Fall vorstoßen ²⁾, den Eigenarten in der wirtschaftlichen Entwicklung dieser Länder gerecht werden.

Die Frage nach dem gesamtwirtschaftlichen und elektrizitätswirtschaftlichen Wachstum und ihr wechselseitiges Verhältnis in der Entwicklung steht also im folgenden im Vordergrund. Damit wird eine begriffliche Klärung der jeweiligen Indikatoren nötig.

Gesamtwirtschaftlich haben wir es mit einem vielschichtigen Vorgang zu tun, der heute in der Literatur allgemein als "das Wachstum der realen Produktion pro Kopf der Bevölkerung" ³⁾ gekennzeichnet wird. Die Grenzen dieses Maßstabs, vor allem verteilungstheoretisch, werden bewußt in Kauf genommen. Mit dem Volkseinkommen, als "...Summe aller im individuellen, im Produktions- und Austauschprozess ... erworbenen Geldeinkommen" ⁴⁾, bietet sich statistisch eine Größe an, die der gesamten Wertschöpfung einer Volkswirtschaft und Periode gut gerecht wird. Ihr Vorzug liegt vor allem in der relativ leichten Überführung in andere Ausdrucksformen des Sozialprodukts. Wenngleich in der internationalen Statistik erhebliche Schwierigkeiten hinsichtlich eines zwischenstaatlichen und langfristigen preiskonstanten Zeitvergleichs bestehen, hat sich doch eine allgemeingültige Vorstellung von der statistischen Erfassung der gesamten Wertschöpfung einer Volkswirt-

1) Dieser Ausspruch stammt von Lord Byron und findet sich zitiert bei Kopeliowitch.

Vgl. Kopeliowitch, J.: Développement de la production de l'électricité et la considération sur le problème de la satisfaction des besoins futurs, CIGRE-Session 1948, Bericht 313, S. 1.
(CIGRE: Conférence International des Grands Réseaux Électriques).

2) Jede wirtschaftstheoretische Überlegung ist immer quantitativ und wird durch zahlenmäßige Angabe der Quanten konkretisiert.
Vgl. Schneider, E.: Vorwort zu dem Buch: Einführung in die Ökonometrie von Jan Tinbergen, Wien - Stuttgart 1952.

3) Lewis, W. A.: a. a. O., S. 1.

4) Schneider, E.: Einführung in die Wirtschaftstheorie, Teil I, 6. Auflage, Tübingen 1956, S. 49.

schaft durchgesetzt. ¹⁾ Bei langfristigen Überlegungen kommt es nicht darauf an, eine bestimmte Form des Sozialprodukts zu verwenden; wesentlich ist, daß die gewählte Form einheitlich beibehalten wird und preisvergleichbar die reale Entwicklung kennzeichnet.

Im Grunde gibt es keine Alternative zwischen dem Wachstum des Sozialprodukts selbst und dem Wachstum des Sozialprodukts je Kopf. "Beide Entwicklungsreihen sind analytisch gleichermaßen interessant." ²⁾

Jedoch wird natürlich bei einer die Entwicklung des Sozialprodukts übersteigenden Bevölkerungszuwachsrates die "Wachstumsvorstellung" in Frage gestellt. Entscheidender Indikator bleibt daher die Entwicklung des Sozialprodukts je Kopf.

Der Elektrizitätswirtschaftliche Wachstumsmaßstab ist leichter zu bestimmen. Hier ist mit der Größe des Stromverbrauchs bzw. der Stromerzeugung eine physikalische "Mengeneinheit" gegeben, die an sich die reale Entwicklung wiedergibt. Zusammen mit der Veränderung der Bevölkerung läßt sich ebenfalls ein spezifischer Indikator ermitteln. ³⁾

1) Vgl. UN: Statistics of National Income and Expenditure, New York 1957, S. VII ff.

Vgl. UN: Statistical Yearbook 1958, New York 1958, S. 430, Fußnote. Hier wird folgendes Schema skizziert, dem wir die jeweils im deutschen Sprachgebrauch üblichen Begriffe zuordnen:

Volkseinkommen = Nettosozialprodukt zu Faktorkosten = National Income = Net National Product

+ Abschreibungen

= Bruttosozialprodukt zu Faktorkosten = Gross National Product at Factor Costs

+ indirekte Steuern

./. Subventionen

= Bruttosozialprodukt zu Marktpreisen = Gross National Product at Market Prices

Das sogenannte "Domestic Product" entspricht dem deutschen Begriff des "Nettoinlandseinkommens zu Faktorkosten" und ist demnach "National Income ./. Net Factor Incomes received from abroad".

2) Bombach, G.: Quantitative und monetäre Aspekte des Wirtschaftswachstums, in: Finanz- und währungspolitische Bedingungen stetigen Wirtschaftswachstums, Schriften des Vereins für Sozialpolitik, Neue Folge, Bd. 15, Berlin 1959, S. 158.

3) Unter spezifischen Maßgrößen werden im folgenden die Je-Kopf-Relationen verstanden, z.B. Sozialprodukt je Kopf, Stromerzeugung je Kopf.

Im folgenden werden wir uns Schritt für Schritt an die generelle Fragestellung heranarbeiten. Dabei wird uns die Sichtung der einschlägigen Literatur ebenso wie eigene Untersuchungen zu bestimmten Schlußfolgerungen und Bedingungen über die im Rahmen des gesamtwirtschaftlichen Wachstums notwendige Entfaltung der Elektrizitätswirtschaft von Entwicklungsländern kommen lassen.

a. Zur Theorie des elektrizitätswirtschaftlichen Wachstums.

Bei den Tagungen der "Conférence International des Grands Réseaux Électrique à Haute Tension" 1948 und 1950 legte KOPELIOWITCH je einen Bericht vor, in dem er sich mit dem langfristigen Anstieg der Elektrizitätserzeugung und dem Problem der Deckung des zukünftigen Bedarfs auseinandersetzt. ¹⁾

Er untersucht darin die Entwicklung der Stromerzeugung von 41 Ländern im Verlaufe der letzten 20 bis 30 Jahre. Sein Ergebnis läßt sich dahingehend zusammenfassen, daß die Entwicklung der Stromerzeugung in den meisten Fällen einer "exponentiellen Gesetzmäßigkeit" folgt, die, soweit sie im semilogarithmischen Feld aufgetragen wird, nahezu als Gerade erscheint. ²⁾ Aus der Neigung dieser Geraden kann dann sowohl der Zeitraum abgelesen werden, innerhalb dessen eine Verdoppelung der Stromerzeugung von einem beliebig gewählten Basispunkt der Kurve aus erfolgt, als auch die Zuwachsrates, die diesen Zeitraum bestimmt (vgl. Bild 4 ³⁾). Das semilogarithmische Netz hat den Vorteil, daß es die einer geometrischen Reihe folgende Stromerzeugungskurve zusammendrückt. So wird die im linearen Feld an und für sich nach oben offene Parabel

1) Vgl. Kopeliowitch, J.: Développement de la production de l'électricité ..., a. a. O.

Vgl. Kopeliowitch, J.: Concerning the Growth of electricity Production and some Considerations of the Problem of meeting the Future Demand, CIGRE-Meeting 1950, Bericht 340.

2) Vgl. Kopeliowitch, J.: Développement ..., a. a. O., S. 8.

3) Die mathematische Beziehung, nach der diese in der einschlägigen Literatur sehr gebräuchliche Darstellung erfolgt, ist nichts anderes als die bekannte Zinseszinsformel:

$$A_m = A \left(1 + \frac{n}{100} \right)^m$$

wobei

A_m die effektive Stromerzeugung nach m Jahren,

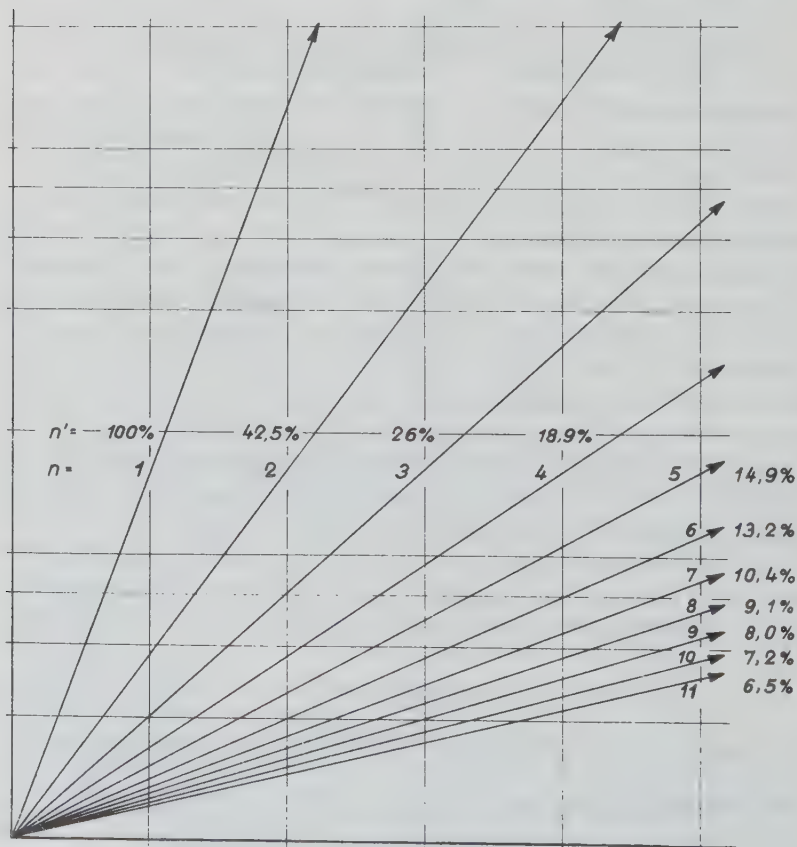
A die Stromerzeugung des Basisjahres,

n den jährlichen Steigerungssatz in % bedeuten.

Schematische Darstellung der Stromerzeugungsentwicklung

n = Verdoppelung in Jahren

n' = adäquate jährliche Steigerungsrate in %



zu einer Geraden, die vor allem die relativen Veränderungen klar zum Ausdruck bringt. ¹⁾

Das Ergebnis einer sich jährlich in geometrischer Progression entwickelnden Stromerzeugung ist eine grundsätzliche Feststellung. Bei näherem Zusehen sagt sie jedoch nichts aus über den Grad der Steigerung in Ländern verschiedener Entwicklungsstufen, über die Frage nach der Entwicklung der Zuwachsrates im langfristigen Verlauf, noch über die grundsätzliche Verflechtung der gesamtwirtschaftlichen Größen mit dem jeweiligen Grad der Elektrifizierung. Daran vermag auch das reichliche statistische Angebot dieser Arbeit nichts zu ändern. ²⁾ Die Elektrifizierung wird als reine Funktion der Zeit angesehen, wobei in der Mischung stark und schwach elektrifizierter Länder eine 10jährige Verdoppelung (= 7,2 % p. a.) der Stromerzeugung für die Welt als Ganzes zustandekommt.

Einen Schritt weiter geht der französische Autor AILLERET. ³⁾ Für ihn wird das Wachstum des Strombedarfs von zwei grundsätzlichen Faktoren bestimmt:

1. von der jeweiligen konjunkturellen Situation, die sowohl den industriellen als auch den Haushaltsstromverbrauch beeinflusst, und
2. von der ganz allgemeinen Wachstumstendenz, die sich unabhängig vom konjunkturellen Geschehen auf neue Anwendungsbereiche der Elektrizität zurückführen läßt.

Die Faustformel, die AILLERET für die Entwicklung des Stromverbrauchs angibt, lautet:

$$\text{Stromverbrauch} = (\text{Index der wirtschaftlichen Tätigkeit})^N \cdot \text{mal Exponentialfunktion der Zeit} \quad 4)$$

1) Vgl. Allen, R. G. D.: Statistik für Volkswirte, übersetzt von Wolfgang Förster, Tübingen 1957, S. 60.

2) Die Arbeit vermittelt einen sehr guten Überblick über die absoluten und spezifischen Stromerzeugungsgrößen einer Vielzahl von Ländern.

3) Vgl. Ailleret, P.: L'évolution probable de la production et de la distribution de l'énergie électrique, in: Bulletin de la Société Française des Electriciens, April 1948.

Vgl. Ailleret, P.: Sensibilité de la consommation électrique ..., a. a. O., S. 6ff.

4) Vgl. ebenda, S. 6.

Der Index der wirtschaftlichen Tätigkeit wird bei ihm durch den Industrieproduktionsindex ausgedrückt. Der für die USA und Frankreich mit der Methode der kleinsten Quadrate ¹⁾ ermittelte Exponent N wird von AILLERET im Durchschnitt mit 0,4 % je 1 % der positiven oder negativen Schwankungen des Industrieproduktionsindex angegeben. Auf Grund seiner Untersuchungen kommt er zu dem Ergebnis, daß in der vergangenen Entwicklung des Stromverbrauchs heute entwickelter Länder die allgemeine Wachstumstendenz die Stromerzeugung jährlich um ca. 5 bis 5,5 % gesteigert hat. Da der Industrieproduktionsindex langfristig eine eigene Aufschwungsentwicklung aufweist, wird von hier diese allgemeine Wachstumstendenz verstärkt. Das Produkt beider Funktionen läuft so auf eine Verdoppelung der Stromerzeugung in 10 Jahren (= 7,2 % p.a.) hinaus.

Diese Faustregel versucht AILLERET durch ein Schaubild zu bestätigen, in dem er für mehrere Länder im halblogarithmischen Feld die Stromerzeugung aufgezeichnet hat. Die Kurven zeigen tatsächlich einen der 10jährigen Verdoppelungslinie, zumindest in bestimmten Phasen, angenäherten Verlauf (vgl. Bild 5 ²⁾). Immerhin spürt AILLERET nicht nur der Tendenz, sondern bereits den Triebkräften der Entwicklung nach.

Die Regel einer 10jährigen Verdoppelung, also einer durchschnittlichen Steigerung der Stromerzeugung von 7,2 % p.a., hat sich als "klassischer" Wachstumstrend mit großer Intensität in der einschlägigen Literatur festgesetzt und wird auch vielfach zur Prognosen für die zukünftige Abschätzung des Bedarfs herangezogen. ³⁾

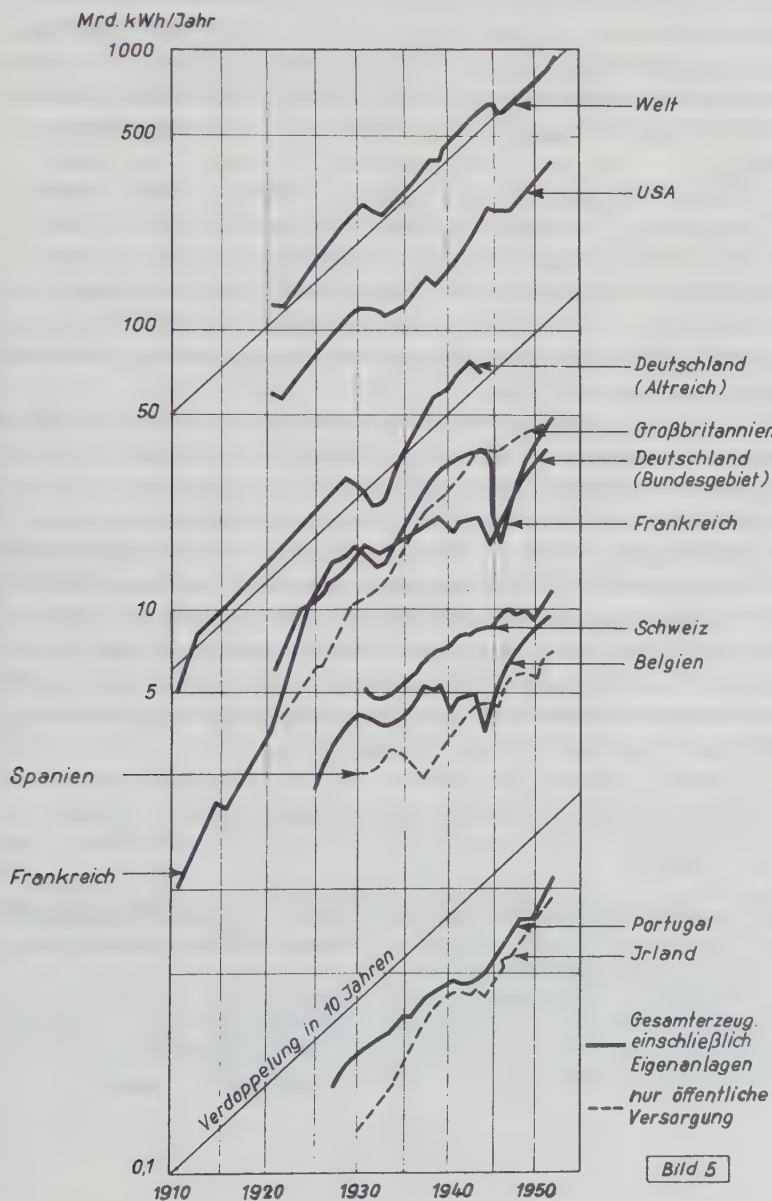
Dabei kann schon hier festgestellt werden, daß mit dieser Regel nichts anderes als eine erste, grobe Kennzeichnung der Stromverlaufskurve in

1) Hierunter wird diejenige Gerade verstanden, die so liegt, "... daß die Summe der Quadrate der einzelnen Abstände der y-Werte von ihr kleiner ist, als die Summe der entsprechenden Abstandsquadrate von irgendeiner anderen Geraden". Es handelt sich also um einen regressiven Trend zwischen Stromverbrauch und Industrieproduktionsindex als y- und x-Werte. Baranow, L. v.: Grundbegriffe moderner statistischer Methodik, II. Teil, zeitliche und kausale Zusammenhänge, Stuttgart 1950, S. 36. Auf die statistischen Methoden zur Elektrizitätswirtschaftlichen Trendbestimmung wird später eingegangen, vgl. S. 87 ff. Hier kommt es uns mehr auf die analytischen Ergebnisse einzelner Autoren an.

2) Quelle: Circulaire Périodique der UNIPEDE, 27. Jg. (1953), Nr. 22, 1er Trim., Annexe.

3) Vgl. hierzu die im Anhang aufgeführten Prognoserechnungen einzelner europäischer Länder, vgl. S. V.

Entwicklung der Stromerzeugung verschiedener Länder



Ländern mit einem bereits sehr hohen gesamt- und elektrizitätswirtschaftlichen Niveau. Dieser Trend, der zudem als Mischwert verschieden starker Entwicklung in einzelnen Phasen zustandekommt, kann in keinem Fall als notwendige Entwicklungsrate auf die in einer ganz andersartigen Entwicklungsphase steckenden unterentwickelten Länder übertragen werden.

Der von uns damit angesprochene Phasengedanke geht aus einer Arbeit STEINERS hervor. ¹⁾ Für ihn ist nicht die Tendenz als solche, sondern die tendenzielle Zuwachsrate in bestimmten Zeitintervallen oder Entwicklungsstadien interessant. Die im Zeitraum 1920 bis 1950 sowohl für die USA als auch für Deutschland im Durchschnitt ermittelte 7,2 %ige Steigerung sieht STEINER aus Phasen stürmischer und solchen schwächerer Entwicklung zusammengesetzt. ²⁾

Für die Langfristprognose über die nächsten 20 bis 50 Jahre hält STEINER eine Aufrechterhaltung dieses säkularen Trends für Länder mit einem hohen Grad der Elektrifizierung für unmöglich. Er nimmt daher ein allmähliches Verlassen der 7,2 %-Linie an und bringt damit den Gedanken der langfristigen S-Kurve zum Ausdruck. Das bedeutet aber eine logistische Stromerzeugungskurve mit zunächst überproportionalem Anstieg, Wendepunkt und Sättigung. Die ihr entsprechende Grenzerzeugungskurve hat folglich zunächst steigende Zuwachsraten, einen Wendepunkt und abnehmende, asymptotisch gegen 0 gehende Zuwachsraten. ³⁾

Diesen Gedanken haben in der elektrizitätswirtschaftlichen Betrachtung MENGE und VON RAUMER schon 1933 geäußert. ⁴⁾

1) Vgl. Steiner, H.: Tendenzen der Stromverbrauchsentwicklung, in: EW, 52. Jg. (1953), H. 11, S. 283 ff. und H. 15/16, S. 458 ff.

2) Vgl. ebenda, H. 11, S. 284, Bild 1.

3) Es ist dies die auf die Elektrizitätswirtschaft übertragene Erscheinung, die zum ersten Mal am Bodenertragsgesetz, später in der Bevölkerungstheorie, in der reinen Wirtschaftstheorie und vielen anderen Wachstumserscheinungen angesetzt wurde.

4) Vgl. Menge, A.: Darf man in der Elektrowirtschaft prophezeien?, in: Technik und Wirtschaft, 26. Jg. (1933), H. 2, S. 73 ff.

Vgl. Raumer, ohne Vorname. v.: Die Elektrifizierung der Erde, in: Technik und Wirtschaft, 26. Jg. (1933), H. 2, S. 22.

Die Wendepunktvorstellung ist für elektrizitätswirtschaftliche Wachstumsüberlegungen von großer Bedeutung. Aus dem Grad der Elektrifizierung, der Bestimmung des Wendepunkts und dem Zeitraum der Betrachtung kann auf den möglichen Eintritt der Sättigung des Strombedarfs geschlossen werden.

In diesem Sinne ist der Versuch STEINERS zu sehen, mittels maximal denkbarer spezifischer Verbrauchsgrößen die Sättigungsphasen zu bestimmen. Dabei geht STEINER hypothetisch davon aus, daß alle Energiebedürfnisse - soweit dies technisch überhaupt möglich ist - von der Elektrizität gedeckt werden. Die so von ihm errechneten Werte liegen zwischen 15.000 und 45.000 kWh je Kopf und Jahr. ¹⁾

Ein englischer Autor, LOGAN, hat dagegen nur denkbare Maximalwerte von 4.600 bis 4.800 kWh je Kopf und Jahr ermittelt. ²⁾ Seine Schätzungen sind jedoch insofern nicht mit den Annahmen STEINERS zu vergleichen, als sie einmal nur für die besonderen Verhältnisse Großbritanniens und zum anderen - in größerer Realitätsbezogenheit - nur unter Berücksichtigung der bei dem gegenwärtigen Energiesystem tatsächlich zu erwartenden Substitutionsprozesse angestellt sind.

STEINERS Werte sind demnach bewußte hypothetische Übertreibungen, während LOGAN mit dem Eintritt seiner Schätzungen im Verlaufe der nächsten 20 bis 40 Jahre rechnet. ³⁾ Es ergibt sich, daß, solange die Sättigung im Je-Kopf-Verbrauch noch nicht erreicht ist, sein Wachstum zusammen mit der Bevölkerungsentwicklung die absolute Erzeugungskurve bestimmt. Sobald diese Sättigung eintritt, wird die Bevölkerungsentwicklung allein maßgebend. Ihre Stagnation läßt auch die absolute Erzeugungskurve stagnieren. Damit werden zwei Faktoren angesprochen, die den Strombedarf zwar unmittelbar beeinflussen, die aber ihrerseits wieder von anderen Faktoren determiniert sind.

Vergleichen wir die spezifischen Maximalwerte STEINERS mit den

1) Vgl. Steiner, H.: a. a. O., H. 15/16, S. 458, Zahlentafel 1.

2) Vgl. Logan, E. A.: Is there a foreseeable Limit to the Demand for Electricity?, in: The Proceedings of the Institutions of Electrical Engineers, Februar 1955, Part A, Nr. 1, S. 28.

3) Vgl. ebenda, S. 28, Figure 2.

im Bild 6 ¹⁾ gezeigten spezifischen Erzeugungszahlen einer Reihe ausgewählter Länder, so ergibt sich, daß selbst für hochelektrifizierte Gebiete noch ein breiter Spielraum für das Hineinwachsen in die gedachten Größen besteht. STEINER äußert sich gegenüber seinen Hypothesen selbst sehr skeptisch. Er hält sie zwar vom Verbrauch her für durchaus möglich, jedoch sind sie hinsichtlich der Erzeugungsseite, sowohl was den notwendigen Einsatz der Primärenergie als auch den Investitionsaufwand anbelangt, selbst für entwickelte Länder absolut utopisch. Denn nach den Berechnungen STEINERS müßten dann statt 15 bis 20 % ca. 93 % des gesamten Primärenergieverbrauchs zur Elektrizitätserzeugung aufgebracht und 48 % des Sozialprodukts in diesem Wirtschaftszweig investiert werden. ²⁾ Er glaubt daher für die USA einen Wendepunkt zwischen 1960 und 1970 und die Bundesrepublik zwischen 1975 und 1985 zu sehen. ³⁾

Gleichzeitig ist das Bild 6 noch in anderer Hinsicht interessant, läßt es doch erkennen, daß mit steigendem Je-Kopf-Verbrauch die Zuwachsrate der Gesamterzeugung zurückgeht. Folgerichtig kann dieses Ergebnis auch so gedeutet werden, daß Länder mit einer niedrigen spezifischen Stromerzeugung durch erhöhte Zuwachsraten der Gesamterzeugung gekennzeichnet sind.

Die bis jetzt besprochenen Autoren lassen zwar eine Auflösung der groben Exponentialfunktion mit ihrer 7,2 %igen Steigerung p. a. erkennen, jedoch fehlt - trotz Andeutungen bei ALLERET und STEINER - der eigentliche Einbau der elektrizitätswirtschaftlichen Entwicklung in die gesamtwirtschaftliche Wachstumsrate.

1) Diese Zeichnung geht auf eine Untersuchung der Zeitschrift "Quaderni di studi e notizie" zurück, die über dem Zuwachs der absoluten Stromerzeugung die spezifischen Stromerzeugungswerte aufgetragen hat. Die Kurvenzüge wurden für 1957 ergänzt.

Vgl. Programmi di sviluppo dell'industria elettrica nel mondo, in: Quaderni di studi e notizie, Vol. 10 (1954), Nr. 174, S. 515.

Vgl. Programmi di sviluppo dell'energie elettrica nelle aree sottosviluppate, in: Quaderni di studi e notizie, Vol. 11 (1955), Nr. 197, S. 415.

Die Werte für 1957 wurden entnommen aus: UN: Statistical Yearbook 1958, New York 1958, für die Gesamtstromerzeugung S. 265, Table 122. für die Bevölkerung S. 21, Table 1.

2) Vgl. Steiner, H.: a. a. O., H. 15/16, S. 458.

3) Vgl. ebenda, S. 460.

kWh/Kopf

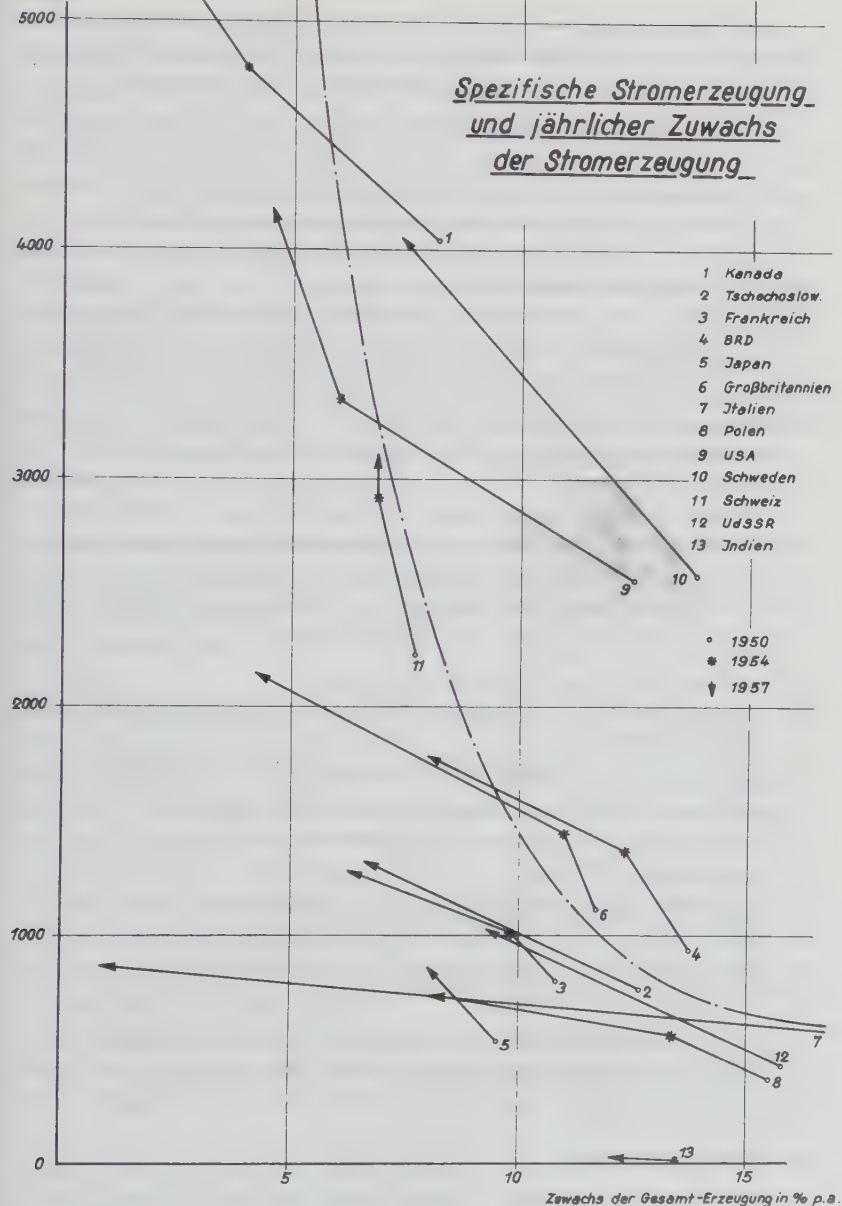


Bild 6

Diesen Schritt finden wir bei einem neueren Autor, dem Belgier UBAGHS.¹⁾ Aus der langfristigen Zurückverfolgung der elektrizitätswirtschaftlichen Daten einiger Länder²⁾ kommt er zu erstaunlich gleichartigen empirischen Ergebnissen.

In den Anfangsjahren der Elektrifizierung (etwa von 1900 bis 1930) ist eine stürmische Entfaltung der Erzeugung mit Zuwachsraten bis zu 19 % p. a. zu beobachten. Ab 1930 zeigt sich ein deutliches "Knie" in der Stromerzeugungskurve. Die Zuwachsraten gehen auf 3,5 bis 4,75 % p. a. zurück, was nurmehr einer Verdoppelung in 15 bis 20 Jahren entspricht (entwickelte Phase).

UBAGHS erklärt diese Erscheinung mit der in den Anfangsjahren stattgefundenen Breitenentfaltung der Elektrizität. In diesem Zeitabschnitt dringt die Elektrizität in die verschiedensten Sektoren der Wirtschaft, insbesondere in Industrie und Haushalt, und innerhalb dieser in die vielfältigsten Anwendungsbereiche ein. Hinzu tritt mit geringer Phasenverschiebung ein Tiefenwachstum, d. h. eine intensivere Nutzung der elektrischen Energie in bereits eroberten Anwendungsgebieten.³⁾

Mit zunehmender Entwicklung läßt das Breitenwachstum nach. Entscheidend für den weiteren Wachstumsverlauf wird die Tiefenwirkung. Diese ist aber eine Funktion des Hauptverbrauchers, der Industrie. UBAGHS hat diese Gedanken in einer Formel zum Ausdruck gebracht:

$$T_e = T_i + T_n, \text{ wobei}$$

T_e den Zuwachs des Elektrizitätsverbrauchs in %,

T_i den Zuwachs des Industrieproduktionsindex, als unabhängig Variable des Tiefenwachstums,

T_n den Zuwachs des Breitenwachstums oder des allgemeinen Elektrifizierungsgrads bedeuten.⁴⁾

Im ganzen sieht er für die untersuchten entwickelten Länder heute nurmehr geringfügige Möglichkeiten der Breitenentfaltung.

1) Vgl. Ubaghs, E.: Contribution à l'étude du développement de la consommation de l'énergie électrique, in: Revue Énergie, 1954, Nr. 127, S. 2441 ff.

Vgl. auch in deutscher Sprache: Beitrag zur Untersuchung der Entwicklung des Verbrauchs an elektrischer Energie, in: Bull.S.E.V., Bd. 46 (1955), Nr. 12, S. 575 ff.

2) Es sind dies die USA, Frankreich und Belgien, sowie die durchschnittlichen Erzeugungswerte der Länder der Montanunion.

Vgl. Ubaghs, E.: Beitrag zur Untersuchung ..., a. a. O., S. 575.

3) Vgl. ebenda, S. 576.

4) Vgl. ebenda, S. 577.

Er führt das vor allem darauf zurück, daß der Haushaltstromverbrauch weitgehend gesättigt sei. Das gleiche glaubt UBAGHS für die mechanische Nutzenergieanwendung im industriellen Bereich feststellen zu können. Dafür sind nach ihm noch Breitenwirkungen auf dem Sektor der Wärme und Elektrochemie zu erwarten. Die Bestätigung für diese Annahmen entnimmt er aus der abnehmenden Zuwachsrate der Stromerzeugung, die für ihn ein Kennzeichen des hohen Elektrifizierungsgrads (T_n) dieser Länder ist. Da somit in der Breite keine starken Wachstumsimpulse mehr zu erwarten seien, wird für die weitere Entwicklung nur mehr das Tiefenwachstum (T_i) bestimmend. Das Tiefenwachstum wird aber von UBAGHS unmittelbar mit der industriellen Entwicklung gekoppelt und für diese langfristig eine "säkulare Stagnation" angenommen. So versteht sich die Folgerung UBAGHS, daß auch die Kurve der Stromerzeugung in einem nicht näher bezeichneten Zeitpunkt in eine absolute Sättigungsphase eintreten wird.

Im Gegensatz zu diesen Ausführungen über entwickelte Länder meint UBAGHS: "In den wenig entwickelten Ländern, d.h. in Ländern, die in voller Elektrifizierung oder industrieller Ausweitung begriffen sind, stellt man hohe Zuwachsraten fest, was bedeutet, daß das "Knie" (der Wendepunkt, Anm. d. Verf.) noch nicht in Erscheinung getreten ist." ¹⁾

UBAGHS kommt demnach ebenfalls zu einer zunächst überproportional steigenden, dann nach dem Wendepunkt einem Grenzwert zustrebenden langfristigen Stromerzeugungskurve. Diese gewinnt er - und das ist wesentlich - aus einer Einbeziehung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, gemessen am Industrieproduktionsindex.

Diese Art der Betrachtungsweise deutete sich zwar schon bei AILLERET an, wird jedoch hier ganz klar ausgesprochen. Die theoretische Vorstellung von einem einmalig als S-Kurve ablaufenden elektrizitätswirtschaftlichen Wachstumsprozess findet sich in der einschlägigen Literatur neuerdings sehr häufig. ²⁾

In der Verbindung des Teils mit dem Ganzen liegt ohne Zweifel ein großer Wert, wenngleich wir mit den analytischen Ergebnissen UBAGHS nicht einiggehen. Die geringfügige Einschätzung des Haushaltsstrom-

1) Ubaghs, E.: Beitrag zur Untersuchung ..., a. a. O., S. 576.

2) Vgl. Velander, E.: A Tentative Theory of Long Time Energy Prognoses, WPC, Wien 1956, Bericht 72 B/6, S. 6 ff.

verbrauchs im gegenwärtigen Stadium entwickelter Länder berücksichtigt offensichtlich nicht die intensive Zuwachsrate dieser Verbrauchergruppe.¹⁾ Indem sind die "Sättigungserscheinungen" im mechanischen Nukleonergieverbrauch der Industrie u.E. zu voreilig abgeleitet. Wir brauchen hier nur an die sich unter dem Schlagwort der Automation verwickelnden Mechanisierungsprozesse vollbeschäftigter Wirtschaften zu erinnern. Aus dem Nachlassen dieser beiden Einflüsse folgt aber ERAGRS einen Abschnub in der Breitenentfaltung der Elektrizität. Sind diese Einflüsse in Frage gestellt, dann aber auch die Stagnation des Breitenwachstums und damit - das darf hier schon angedeutet werden - die von ERAGRS deterministisch erwartete, einmalig ablaufende S-Kurve der langfristigen Stromerzeugung.

Die Einbeziehung in das gesamtwirtschaftliche Wachstum wird allerdings bei ERAGRS nur von einer Seite vollzogen. Die elektrizitätswirtschaftliche Entwicklung wird im Sog der gesamtwirtschaftlichen Zuwachsrate gesehen. Die stimulierende Wirkung der elektrizitätswirtschaftlichen Entfaltung, gerade in niedrigen Entwicklungsphasen, bleibt außer acht.

Von der anderen Seite, nämlich aus der Sicht der Erschließungsfunktion

1) Sowohl in den USA als auch in der Bundesrepublik ist die Zuwachsrate des Haushaltsstromverbrauchs in den letzten Jahren steiler verlaufen als die anderer Verbrauchergruppen, was darin zum Ausdruck kommt, daß sein Anteil am Gesamtverbrauch immer mehr zugenommen hat. Nur die USA betrug der Anteil des Haushaltsstromverbrauchs 1943 noch 15,4 %, 1957 schon 26,2 % und 1963 wird er auf 29,6 % geschätzt. Vgl. Die Elektrizitätsversorgung der USA nach verschiedenen Statistiken, in: EW, 57. Jg. (1958), H. 9, S. 286.

Vgl. auch O'Brien, W. V. i. a. a. O., S. 1064, wo auf die besondere Bedeutung des Haushaltsverbrauchs im zukünftigen Entwicklungsprozess aufmerksam gemacht wird.

In der Bundesrepublik wird der Haushaltsverbrauchsanteil für 1958 mit 16 % angegeben. Er weist jedoch die stärkste Zuwachsrate aller Verbrauchergruppen auf, so daß sein Anteil ebenfalls auf über 20 % steigen dürfte.

Vgl. Die Elektrizitätsversorgung in der Bundesrepublik Deutschland im Jahre 1963, Statistischer Bericht des Referats "Elektrizitätswirtschaft" im Bundesministerium für Wirtschaft, in: EW, 58. Jg. (1959), H. 14, S. 48.

Vgl. auch Fischer, B.: a. a. O., S. 146 f.

die wechselseitige Verflechtung zu zeigen, liegt ein interessanter Beitrag von ROST vor. Er stellt in einem doppellogarithmischen Netz der Entwicklung des Stromverbrauchs je Kopf die Veränderung des Volkseinkommens je Kopf für eine Reihe von Ländern gegenüber (vgl. Bild 7¹⁾). ROST entnimmt aus den so entstandenen Kurven, daß mit der zunehmenden Energieanwendung im Verlaufe der letzten 50 Jahre, insbesondere aber mit dem Eindringen der Elektrizität in alle Bereiche der Wirtschaft, eine Steigerung des Produktionsvolumens und der Ergiebigkeit der Produktionsfaktoren Hand in Hand ging. "Der Anstieg des spezifischen Stromverbrauchs (x-Achse) war demzufolge begleitet von einem Anstieg des spezifischen Volkseinkommens (y-Achse)." 2)

Den regressiven³⁾ Zusammenhang glaubt ROST theoretisch nach der linearen Funktion $n \approx 100 + 2/3 e$ bestimmen zu können, wobei n das spezifische Volkseinkommen und e den spezifischen Stromverbrauch bedeutet. Die mittels der Methode der kleinsten Quadrate tatsächlich aus den empirischen Daten aller aufgeführten Länder errechnete Durchschnitteregression ergibt dagegen nur die Funktion $n \approx 115 + 2/3 (e - 300)$. 4)

Ein gegenüber der eingezeichneten Durchschnitteregression steilerer Anstieg kennzeichnet Agrarwirtschaften, während flachere Kurvenzüge für Industrielandschaften mit energieintensiven Produktionen (elektrometallurgische, -thermische und -chemische Erzeugungen) typisch sind. 5)

Hieraus wird der Einfluß der Grundrichtung eines angestrebten Entwicklungsprozesses auf die Bedarfsgröße an elektrischer Energie deutlich. Je stärker die Industrialisierung vorangetrieben wird, desto größer wird der Strombedarf sein. Je intensiver die Nutzung der elektrischen Energie in den industriellen Fertigungsprozessen, desto rationeller der Einsatz der produktiven Kräfte und desto steiler der Anstieg im Volkseinkommen.

1) Quelle: Rost, H.: Entwicklungslinien der Elektrowirtschaft, Mindelheim 1951, S. 18.

2) Ebenda, S. 19.

3) Hierunter werden Beziehungen verstanden, die in Form der üblichen Trendgleichung $y = a + bx$ die Abhängigkeit der x-Werte von den y-Werten zum Ausdruck bringen.
Vgl. Baranow, L.: a. a. O., S. 77.

Bezüglich der verschiedenen statistischen Methoden vgl. insbesondere unter II/5, S. 87 ff.

4) Vgl. Rost, H.: a. a. O., S. 19.

5) Das dabei aus dem Rahmen fallende Norwegen ist ein auf reicher Wasserkraft basierendes, sehr stromintensives Land mit geringer Bevölkerungsdichte.

Nationaleinkommen u. Elektrizitätsverbrauch je Einwohner u. Jahr

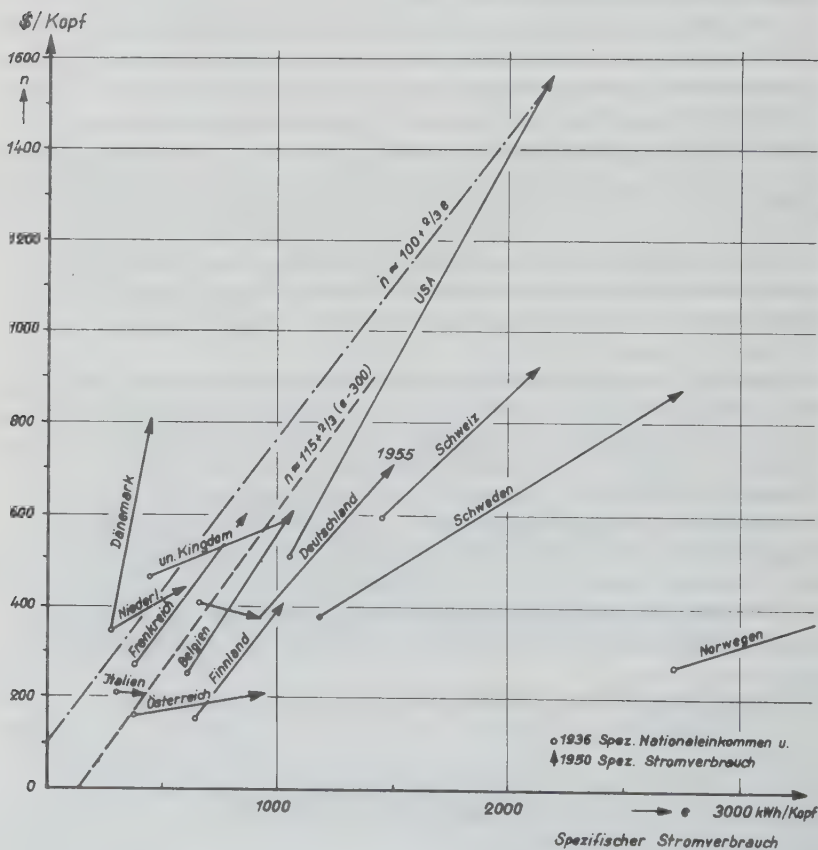


Bild 7

Diese Beziehungskette läßt sich beliebig umkehren. Die Entwicklung des Volkseinkommens und des Stromverbrauchs stehen in grundsätzlich funktionalem Zusammenhang. Dieses Ergebnis wird auch durch die Untersuchungen von FREMONT RELIX (vgl. Bild 8 ¹⁾), der OEEC (vgl. Bild 9 ²⁾) und in jüngster Zeit der UN (vgl. Bild 10 ³⁾) bestätigt.

Im Bild 8 ist als Momentaufnahme (1953) in einem doppellogarithmischen Netz die spezifische Stromerzeugung e (y-Achse) und das spezifische Volkseinkommen n (x-Achse) einer Anzahl nicht näher bezeichneter Länder verschiedener Entwicklungsstufen aufgetragen. Die gestrichelte Linie gibt die Regressionsfunktion $e = n^2 \cdot 1/c$ an, die sich aus dem Mittelwert der aufgeführten Länder ermittelt. ⁴⁾ Die ausgezogenen Linien stellen das auf verschiedener Entwicklungsstufe gegebene Verhältnis "kWh-Erzeugung/Kopf je Dollar/Volkseinkommen/Kopf" dar. Da die Konstante c mit 400 angegeben ist, läßt sich gemäß der empirisch festgestellten Regression sagen, daß, bei einer Steigerung des spezifischen Volkseinkommens um 1 Dollar, eine Steigerung der spezifischen Stromerzeugung von 0,5 kWh eintreten wird. Das gilt allerdings nur für die Länder, deren Entwicklungslinien genau der gestrichelten Regressionsgeraden folgen. Die anderen Länder können in mehr oder weniger großer Schwankungsbreite von dieser Durchschnittstendenz abweichen.

Inwieweit aber einzelne Länder im Verlaufe ihres wirtschaftlichen Wachstumsprozesses um derartige empirisch ermittelte Durchschnittsregressionen streuen, ist letztlich von der Eigenart der Entwicklung im Einzelfall abhängig. Hier liegen die Grenzen einer Funktion, in der die Daten einer Vielzahl von Ländern unterschiedlichster Wirtschaftsstruktur verschmolzen werden und die meist nicht mehr als eine der Wirklichkeit entfremdete, leere mathematische Beziehung darstellt.

1) Quelle: Felix, F.: Revenu national et consommation d'énergie électrique, in: L'Economie Electrique, Bulletin der UNIPED, 1955, Nr. 2, 2e Trim., S. 51 f.

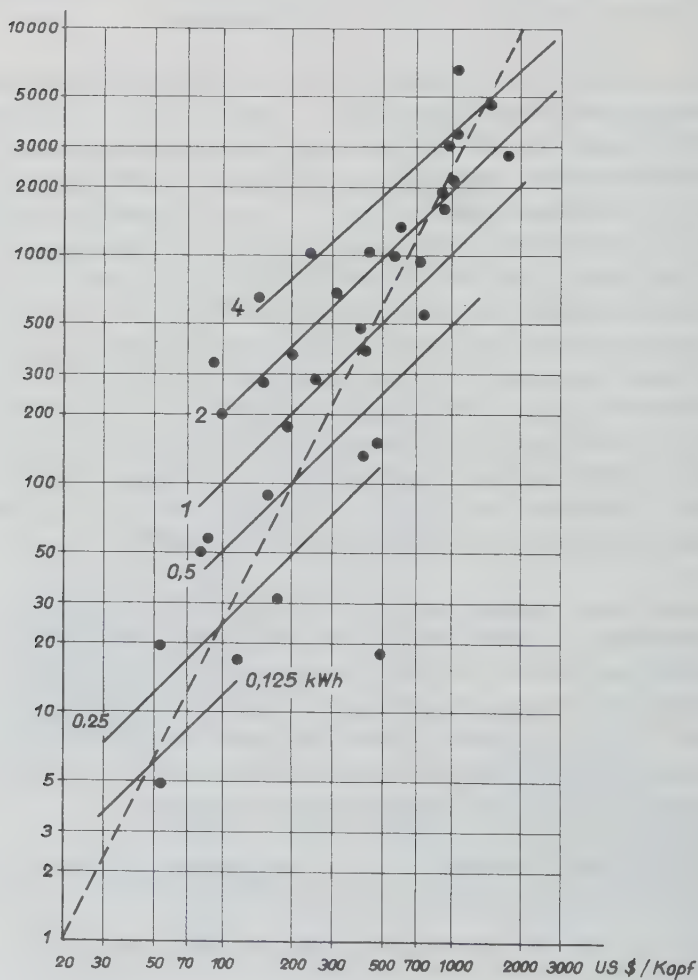
2) Quelle: OEEC: The Electricity Supply Industry in Europe 1955, Paris 1956, S. 25.

3) Quelle: UN: Electric Power in Asia and the Far East 1951 - 1955, Bangkok 1957, S. 4, Figure 3.

4) Vgl. Felix, F.: a. a. O., S. 51.

kWh-Erzeugung je Kopf u. Volkseinkommen in \$ je Kopf
für verschiedene Länder der Welt

kWh / Kopf



Das gilt auch für die beiden folgenden Bilder. ¹⁾ Bild 9 zeigt die auffällig gleichlaufende Bewegung der für jeweils drei Jahre ermittelten Einzelkurven, die auch in dem hohen Korrelationskoeffizienten $r = 0,84$ sowie optisch durch den parallelen Verlauf zur eingezeichneten Regressionslinie R zum Ausdruck kommt. ²⁾

Bild 10 ist insofern interessant, als es in Momentaufnahme (1955) die Entwicklungsländer Asiens und des Fernen Ostens mit einer Reihe hochentwickelter Länder vergleichen läßt.

Wenn wir auch gegenüber der Handhabung derartig funktionaler Beziehungen als Instrumente einer auf das Volkseinkommen oder den Stromverbrauch gerichteten Prognose sehr skeptisch sind ³⁾, so können ihnen doch grundsätzliche Erkenntnisse im Sinne eines Funktionalzusammenhangs zwischen elektrizitäts- und gesamtwirtschaftlicher Wachstumsrate nicht abgesprochen werden.

Ähnliche Zusammenhänge wurden häufig auch zwischen der Entwicklung des Stromverbrauchs und des Industrieproduktionsindex feststellt. ⁴⁾

1) Derartige Darstellungen erfreuen sich in der einschlägigen Literatur großer Beliebtheit.

Vgl. auch Gil-Pelaez, J. - Camacho, A. - Revilla, P.: Economic Development and Energy Consumption in Spain, WPC, Belgrad 1957, Bericht A/31, S.4.

Vgl. auch Tabelle 7 im Anhang der Arbeit, wo wir für die von uns untersuchten Länder entsprechende Werte für 1957 errechnet haben.

2) Das Herausstreten Norwegens und Schwedens aus dem gespannten Rahmen erklärt sich aus der hohen Stromintensität ihrer elektrochemischen und -metallurgischen Produktion auf Wasserkraftbasis und ihrer geringen Bevölkerung. Vgl. auch Bild 7, S. 62.

3) Vgl. auch S. 92 ff.

4) Vgl. Puiseux, L. und Roelly, M.: Zusammenhang zwischen dem Verbrauch elektrischer Energie und der industriellen Produktion, in: Archiv für Energiewirtschaft, 1956, H. 10, S. 387 ff.

Vgl. Gardent, P. und Lesourne, J.: Méthodes mises en oeuvre pour prévoir l'évolution de la consommation de charbon, WPC, Wien 1956, Bericht 96 B/8.

Vgl. Hooper, D. C.: Industrial Use of Electric Energy, in: Electrical World v. 8. Juni 1953. Diese Arbeit engte die Zusammenhänge auf die Industrieproduktion und den Industriestromverbrauch ein.

Vgl. van Mele, R.: Prévision des besoins d'énergie primaire en Belgique, WPC, Wien 1956, Bericht 262 A/34.

Interessanterweise ergaben sich hohe korrelative Zusammenhänge auch in einem relativ unterentwickelten Land wie Spanien.

Vgl. de Arespacochaga, J.: La production d'énergie électrique en rapport avec l'expansion économique de l'Espagne, WPC, Belgrad 1957, Bericht A/27.

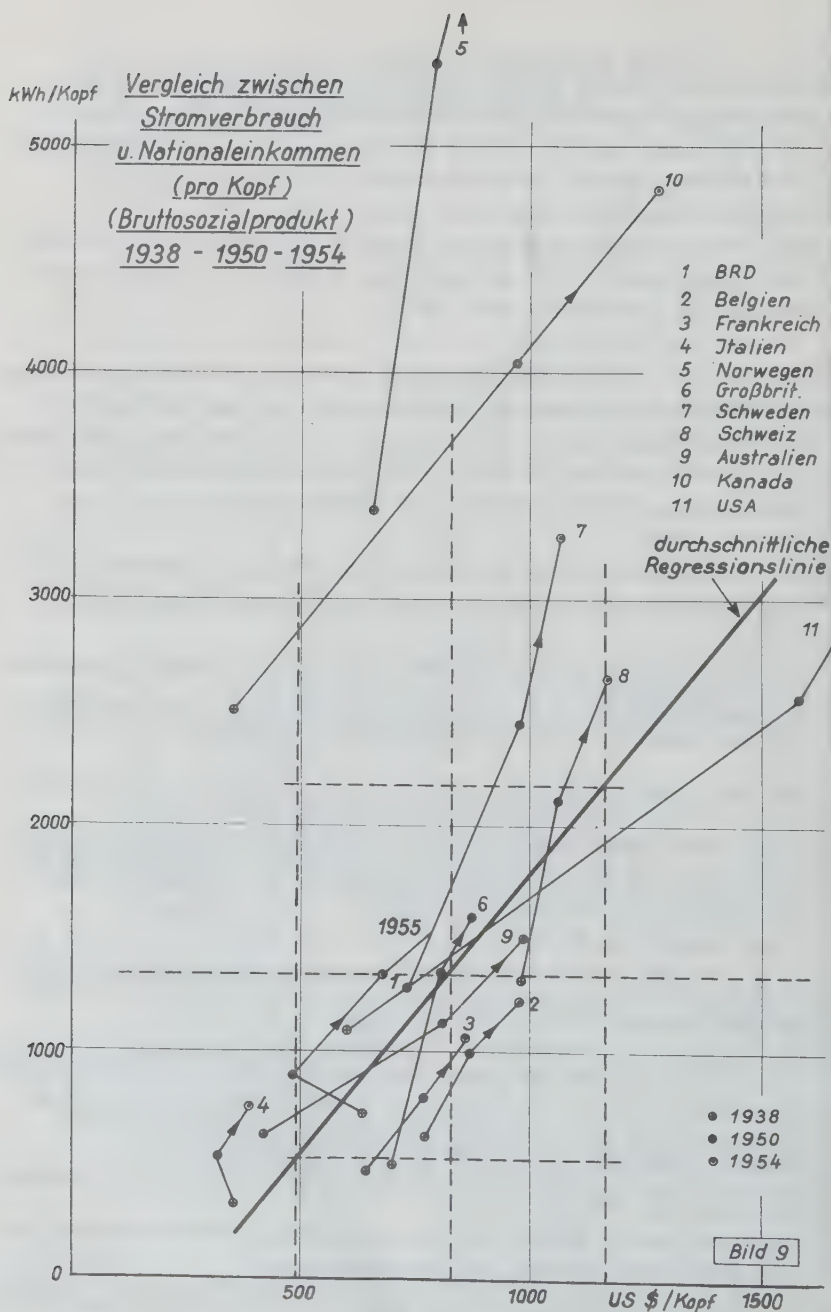
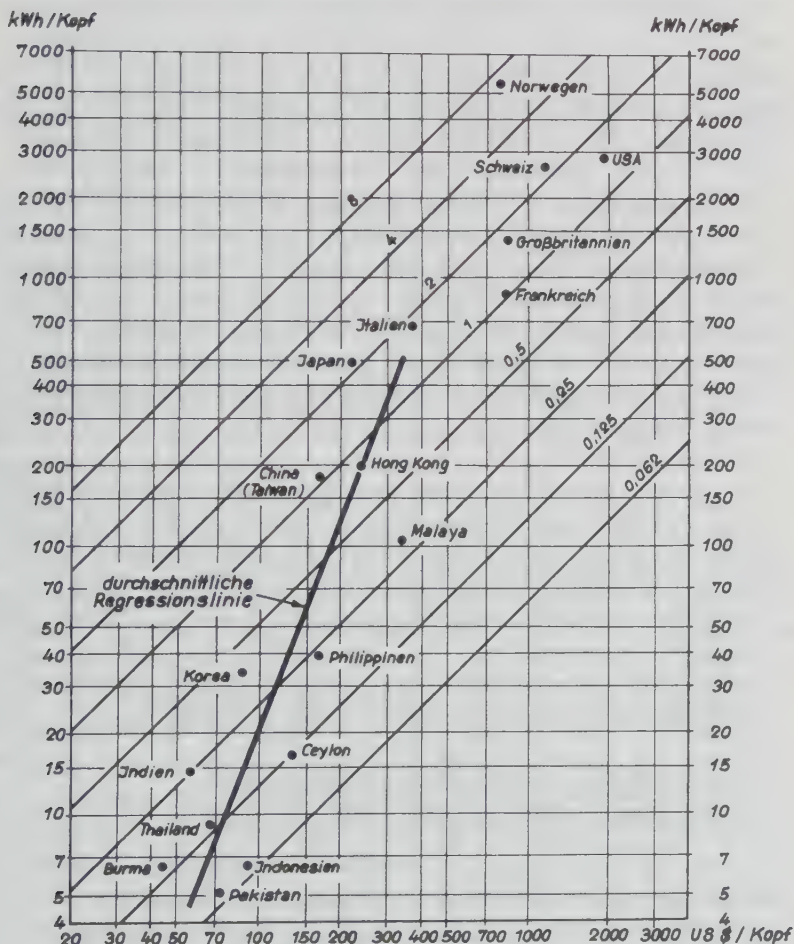


Bild 9

kWh-Erzeugung je Kopf u. Volkseinkommen in \$ je Kopf

1955



Die empirischen Ergebnisse derartiger Funktionalzusammenhänge sind nur die logische Folge einer in das interdependente gesamtwirtschaftliche System eingebetteten Elektrizitätswirtschaft. In hohen Stufen der Entwicklung erscheint sie als Auftraggeberin der Investitionsgüterindustrien, als Verbraucherin der Rohenergieträger und Betriebsmittel und als Lieferantin aller Wirtschaftsbereiche des privaten und öffentlichen Lebens. Liegt ihre Funktion in entwickelten Ländern mehr in der Aufrechterhaltung bestimmter gesamtwirtschaftlicher Prozesse, so ist das Schwergewicht ihrer Bedeutung in den Entwicklungsländern in dem Stimulans dieser Prozesse zu sehen.

Um was es uns deshalb in den folgenden eigenen Untersuchungen in erster Linie geht, ist die Beantwortung einer Reihe von Fragen, die sich aus den bisherigen Ausführungen herauskristallisiert haben. Damit soll letztlich die notwendige Entfaltung der Elektrizitätswirtschaft bei einem ganz bestimmt unterstellten gesamtwirtschaftlichen Wachstumsverlauf gezeigt werden.

Diese Fragen sind:

1. Ist in entwickelten Ländern im Hinblick auf eine einmalig ablaufende S-Kurve eine entsprechende Tendenz im Stromverbrauch festzustellen?
 2. Wenn ja, auf welchem Kurventeil liegen die Entwicklungsländer?
 3. Welche Zusammenhänge (Proportionen) ergeben sich zwischen gesamtwirtschaftlichem und elektrizitätswirtschaftlichem Wachstum in entwickelten und unterentwickelten Ländern?
 4. Welche Schlußfolgerungen lassen sich hieraus für die elektrizitätswirtschaftliche Entwicklung unterentwickelter Länder ziehen?
- b. Der langfristige elektrizitätswirtschaftliche Entwicklungstrend in ausgewählten entwickelten Ländern.

Wir haben zur Beantwortung dieser Fragen als Untersuchungsobjekte die USA und das Deutsche Reich bzw. die Bundesrepublik ausgewählt. Gemessen an den Gesamterzeugungswerten und der installierten Kapazität nehmen die USA den ersten Rang in der Welt ein.¹⁾ Auch das Deutsche Reich bekleidete unter diesen Aspekten eine führende Stellung. Hinzu kommt, daß beide Länder sowohl für den elektrizitäts- als auch gesamt-

1) Vgl. Kopeliowitch, J.: Concerning the Growth of Electricity ..., a. a. O., Figure 4.

Vgl. auch Bild 5, S. 55.

wirtschaftlichen Entwicklungspfad repräsentative Vertreter der heute entwickelt geltenden Länder darstellen. Ihre relativ früh ausgeprägte statistische Datenerfassung läßt zudem eine langfristige Verfolgung des Zahlenmaterials zu.

Im Bild 11 ¹⁾ haben wir neben den absoluten jährlichen Stromerzeugungszahlen auch deren gleitende 5-Jahres-Durchschnitte aufgetragen. Bekanntlich stellt die Methode der gleitenden Durchschnitte nur eines der möglichen Verfahren zur Bestimmung eines Trends dar. Bei der Auswahl der geeigneten statistischen Methode kommt es auf die erfahrungsgemäßen Eigentümlichkeiten der untersuchten Reihe an. Die langfristigen jährlichen Erzeugungswerte zeigen uns, daß ausgesprochen rhythmische Bewegungen nicht zu beobachten sind. Das ergibt sich aus den über weite Strecken dicht an die Kurve der Ursprungswerte angeschmiegteten gleitenden 5-Jahres-Durchschnitten. Die innerhalb der Krisen um 1923/24 und 1930/31 als rhythmisch freie Bewegungen auftretenden Einbrüche vermögen sie ebenso wenig zu eliminieren, wie die diskontinuierlichen Vorgänge im Anschluß an die Kriegseinwirkungen um 1945.

Zwingen uns diese Eigentümlichkeiten zu mathematisch verfeinerten Trendmethoden? Der mathematische Trend nach der Methode der kleinsten Quadrate bringt die Entwicklung der Reihe in seiner einfachen, linearen Berechnung in Gestalt einer Geraden nach der Funktion $y = a + bx$ zum Ausdruck. ²⁾ Diese Gerade (im linearen Netz) bestimmt dann ausgehend von a mit b die Größe, um die jeder Trendwert regelmäßig ansteigt oder fällt. Im semilogarithmischen Netz erscheint eine solche Gerade nach unten gekrümmt. Ein Blick auf die Kurven zeigt uns für die Stromerzeugungsreihen einen ganz und gar andersartigen Verlauf. Der relativ über weite Zeiträume geradlinige Anstieg im semilogarithmischen Feld betont nicht den linearen, sondern den exponentiellen (geometrischen) Charakter der regelmäßigen Steigerung. ³⁾

Der lineare Trend würde also im Falle der Elektrizitätswirtschaftlichen Entwicklung eine unzulässige Vereinfachung bedeuten. Die Eigentümlich-

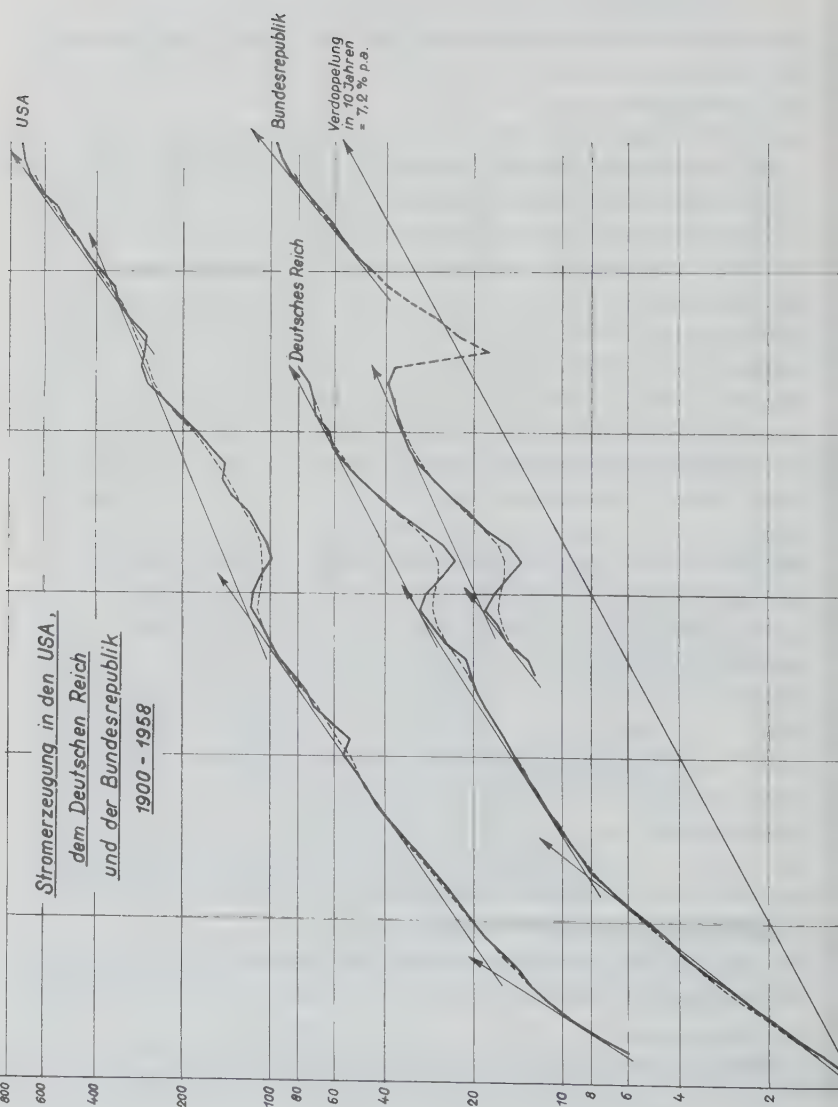
1) Bezüglich des Zustandekommens der dieser Zeichnung zu Grunde liegenden Zahlenwerte sowie der Quellenangaben vgl. Tabelle 1 im Anhang.

2) Vgl. Flaskämper, P.: a. a. O., S. 143 ff.

3) Bei einer linearen Reihe sind die Differenzen zwischen den Reihengliedern konstant. Bei einer geometrischen Reihe ist der Quotient jedes folgenden Reihenglieds durch das vorangehende konstant.
Vgl. Baranow, L. v.: a. a. O., S. 60.

in Mrd. kWh

Stromerzeugung in den USA,
dem Deutschen Reich
und der Bundesrepublik
1900 - 1958



keiten im Wachstum der Stromerzeugung entsprechen vielmehr einem Trend nach der Exponentialfunktion $y = a + bx + cx^2$.¹⁾ Die Kurven lassen uns aber weiterhin erkennen, daß langfristig gesehen Richtungsänderungen festzustellen sind. Korrekterweise wäre also mit mehreren hintereinander angesetzten Exponentialfunktionen zu arbeiten. Zur Bestimmung derartiger Trends ist jedoch ein Rechenaufwand nötig, der in keinem Verhältnis zu den gewonnenen Erkenntnissen steht.

Wir haben daher zu einem in der Elektrizitätswirtschaftlichen Literatur üblichen Verfahren gegriffen, das zeichnerische und rechnerische Mittel kombiniert und für unsere Fragestellungen hinreichend genaue Erkenntnisse vermittelt.

Durch die zeichnerische Anlegung von Tangenten an die Höchstwerte der Kurve kann der in einzelnen Phasen gegebenen Grundrichtungsänderung, also der sich ändernden Exponentialfunktion, Ausdruck verliehen werden.²⁾

Die rechnerische Methode beruht auf der Annahme einer regelmäßigen geometrischen Reihe. Auf Grund der für sie geltenden Beziehung $A_m = A \left(1 + \frac{n}{100}\right)^m$ ³⁾ läßt sich dann mit den bekannten Größen der Stromerzeugung nach m Jahren (A_m), der Stromerzeugung am Anfang der betrachteten Periode (A) die durchschnittliche Steigerung in % p. a. (n) errechnen. Dieses Verfahren wurde, wie die vorangehenden Ausführungen zeigten, von verschiedenen Autoren verwendet und ist auch wegen des grundsätzlich exponentiellen Charakters der Stromerzeugungskurve und ihrer nach Einbrüchen relativ kurzfristigen Rückkehr in die Aufwärtsentwicklung durchaus zulässig.

Wenden wir uns nach diesen statistisch-methodischen Vorbemerkungen den sachlichen Ergebnissen zu. Der exponentielle Charakter des Elektrizitätswirtschaftlichen Wachstums ist, wie gesagt, unbestritten. Jedoch läßt sich schon aus der Zeichnung erkennen, daß eine der 7,2 %igen Zuwachs-

1) In einer derartigen Exponentialfunktion bedeuten - im Rahmen unserer Überlegungen - a die Ausgangsstromerzeugung, b und c Konstante, wie sie in der Vergangenheit festgestellt wurden und y die Stromerzeugung nach x Jahren.

Vgl. Baranow, L. v.: a. a. O., S. 37 f.

2) Vgl. Ubaghs, E.: Beitrag zur Untersuchung ..., a. a. O., S. 578.

3) Vgl. S. 53.

rate folgende Stromerzeugung nicht mehr als eine grobschlächtige Mischung verschiedener Wachstumsphasen darstellt. (Vgl. die an die Kurve gelegten Tangenten mit der eingezeichneten 10jährigen Verdoppelungslinie).

Rein rechnerisch ergeben sich nach obiger Beziehung für die in 10jährige Zeitintervalle aufgelösten Ursprungswerte folgende Zuwachsraten im Durchschnitt p.a. :

Übersicht 9: Durchschnittliche Steigerungsrate der Stromerzeugung in % p. a. 1900 - 1958 ¹⁾

Zeitraum	USA	Deutsches Reich	Bundesrepublik
1900 - 1910	16,5	17,7	
1910 - 1920	10,8	11,0	
1920 - 1930	7,3	7,2	
1925 - 1930			6,8
1930 - 1940	4,6	8,0	7,5
1940 - 1950	8,0		2,3
1940 - 1944		6,1	
1950 - 1958	8,1		10,0

Aus Übersicht 9 kann eindeutig die phasenverschiedene Intensität elektrizitätswirtschaftlichen Wachstums entnommen werden. ²⁾ Tatsächlich liegen in den ersten Phasen der Elektrifizierung die Wachstumsraten bei 16 bis 18 %, was einer Verdoppelung der Stromerzeugung in weniger als 5 Jahren entspricht. Diese stürmische Phase setzt sich abschwächend bis 1929 fort. Die in Breite und Tiefe gleichermaßen wirksame Elektrifizierung erklärt die Stetigkeit der Zuwachsrate und ihre kaum nennenswerte Beeinflussung durch den ersten Weltkrieg.

Erst die folgende Inflationsperiode bringt um 1921 in den USA und wenig später in Deutschland eine deutlich feststellbare Einsattelung der Erzeugungskurve. Dies kann als Zeichen dafür gewertet werden, daß

1) Vgl. Tabelle 1 im Anhang.

2) Daran ändert auch die Errechnung der durchschnittlichen Zuwachsrate aus den gleitenden 5-Jahres-Durchschnitten nichts.
Vgl. Tabelle 1 im Anhang.

der Stromverbrauch in Folge seines größer gewordenen spezifischen Anteils an der Volkswirtschaft durch die Krisen stärker berührt wird. Diese Erscheinung wird in der Weltwirtschaftskrise 1930 und im Anschluß an den zweiten Weltkrieg noch deutlicher. Die steigende Schwingungsbreite der Erzeugungskurve läßt zwar eine gewisse Konjunktur-reagibilität erkennen, doch ist diese, verglichen mit der anderer Wirtschaftsbereiche, schwach ausgeprägt. ¹⁾

Während UBAGHS aus seinen Ergebnissen eine grundsätzliche Verlangsamung des Zuwachses seit 1930 festzustellen glaubt, sehen wir eine 3phasige Entwicklung. Auf die Phase des stürmischen Anstiegs (vgl. die beiden ersten Richtungspfeile), in der der Extensivierung die führende Rolle zukommt, folgt eine Phase der Beruhigung. Ihre Ursachen sind sowohl in einer gewissen Stagnation der Breitenentfaltung als auch in der Abschwächung des Tiefenwachstums durch die starken wirtschaftlichen Einbrüche zu suchen.

Hieraus auf eine sich bereits endgültig abzeichnende Sättigung zu schließen ist u. E. verfehlt. Eine derartige Folgerung, wie wir sie bei UBAGHS finden, wird durch eine Phase erneut stärkerer Wachstumsraten sowohl für die USA als auch die Bundesrepublik, immerhin über den Zeitraum der letzten 10 bis 15 Jahre, offensichtlich widerlegt. Wenn auch in diesem Zeitraum die Zuwachsraten nicht die Werte der Anfangsperiode erreichen, so gehen sie doch beträchtlich über die der mittleren Phase, ja sogar über die 7,2 %-Linie hinaus. ²⁾

Halten wir als Zwischenergebnis fest, daß sich in den Anfangsjahren der Elektrifizierung heute entwickelter Länder stürmische Zuwachsraten bis zu 18 % p. a. feststellen lassen. Die säkulare Tendenz zeigt eine Abnahme dieser Zuwachsraten, die jedoch, wie die neuere Entwicklung bestätigt, weit davon entfernt sind, dem Grenzwert 0 zuzugehen.

1) Vgl. z. B. die langfristige Entwicklungsreihe der Rohstahlproduktion mit der Stromerzeugung in Deutschland. Statistisches Bundesamt: Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 1956, Wiesbaden - Stuttgart 1956, S. 22.

2) Dieser Trend zeichnet sich sowohl für die USA als auch die Bundesrepublik immer stärker ab. Lag in der Bundesrepublik die Zuwachsrate 1958 zu 1959 schon bei 11 %, so erreichte sie in den ersten 5 Monaten des Jahres 1960 bereits 14 %. Vgl. Frankfurter Allgemeine v. 23. 6. 1960, Nr. 144, S. 6.

Vgl. O'Brien, W. V.: a. a. O., S. 1065 f., wo mit einer weiteren Entwicklung in den USA bis 1965 mit über 8 % gerechnet wird.

c. Der langfristige elektrizitätswirtschaftliche Entwicklungstrend in ausgewählten unterentwickelten Ländern

In den folgenden Untersuchungen interessiert uns einmal die Frage nach den Gemeinsamkeiten der Stromverbrauchstendenzen einiger ausgewählter Entwicklungsländer und zum anderen ihre phasenvergleichbare Entwicklung gegenüber den USA und dem Deutschen Reich.

Wir sind bei der Auswahl dieser Länder von dem Kriterium der Stromerzeugung je Kopf ausgegangen. Dabei ergab sich, daß aus einer Zahl von nahezu 70 in Frage kommenden Ländern 7 in der Zeit um 1938 gleiche oder sehr ähnliche spezifische Erzeugungszahlen aufwiesen, wie unser eigentliches Untersuchungsobjekt Ägypten.¹⁾ Es waren dies die Länder Kolumbien, Peru, Venezuela, Griechenland, Türkei, Tunesien und Belgisch Kongo. Wir sind uns bewußt, daß dieses Auswahlkriterium nur eines unter vielen ist. Immerhin kennzeichnet der Maßstab des spezifischen Stromverbrauchs doch sehr gut den Grad der Elektrifizierung.

In den folgenden Bildern 12 a - c²⁾ haben wir sowohl die absoluten Gesamterzeugungswerte als auch - soweit dies möglich war - deren gleitende 5-Jahres-Durchschnitte aufgetragen. Dabei ergibt sich bei einem ersten Blick auf die graphischen Darstellungen eine entschieden unruhigere Bewegung, als wir sie bei den USA und dem Deutschen Reich in den Anfangsjahren der Elektrifizierung beobachten konnten (vgl. Bild 11). Demnach ist die Reagibilität der Stromerzeugung auf wirtschaftliche Einbrüche, trotz ihres noch geringfügigen Anteils an der Volkswirtschaft, hier schon sehr ausgeprägt. Die ausgleichende Wirkung der gleitenden 5-Jahres-Durchschnitte kommt daher auch besser zur Geltung. Diese Erscheinung ist für die vergangene Entwicklung dieser Länder an und für sich nicht überraschend. Wir haben es bei dem Entwicklungsprozess in unterentwickelten Ländern - nicht nur im Sektor der Elektrizitätswirtschaft - häufig mit einem diskontinuierlichen Wachstum zu tun.

1) Diese Vorprüfung erfolgte auf Grund der Angaben über die Stromerzeugungswerte in Verbindung mit den Daten der Bevölkerung. Das Jahr 1938 wurde als Bezugszeitpunkt gewählt, da von dann erstmals Stromerzeugungswerte für Ägypten vorliegen.

Quelle: UN: Statistical Yearbook 1952, New York 1952, für die Stromerzeugung S. 248 ff., für die Bevölkerung S. 21 ff.

2) Die getrennte Darstellung erfolgt aus Gründen der Übersichtlichkeit. Bezüglich der Art und des Zustandekommens der diesen Zeichnungen zugrundeliegenden Zahlenwerte und der Quellenangaben vgl. Tabelle 2 im Anhang.

Stromerzeugung einiger ausgewählter unterentwickelter Länder

in Mio. kWh

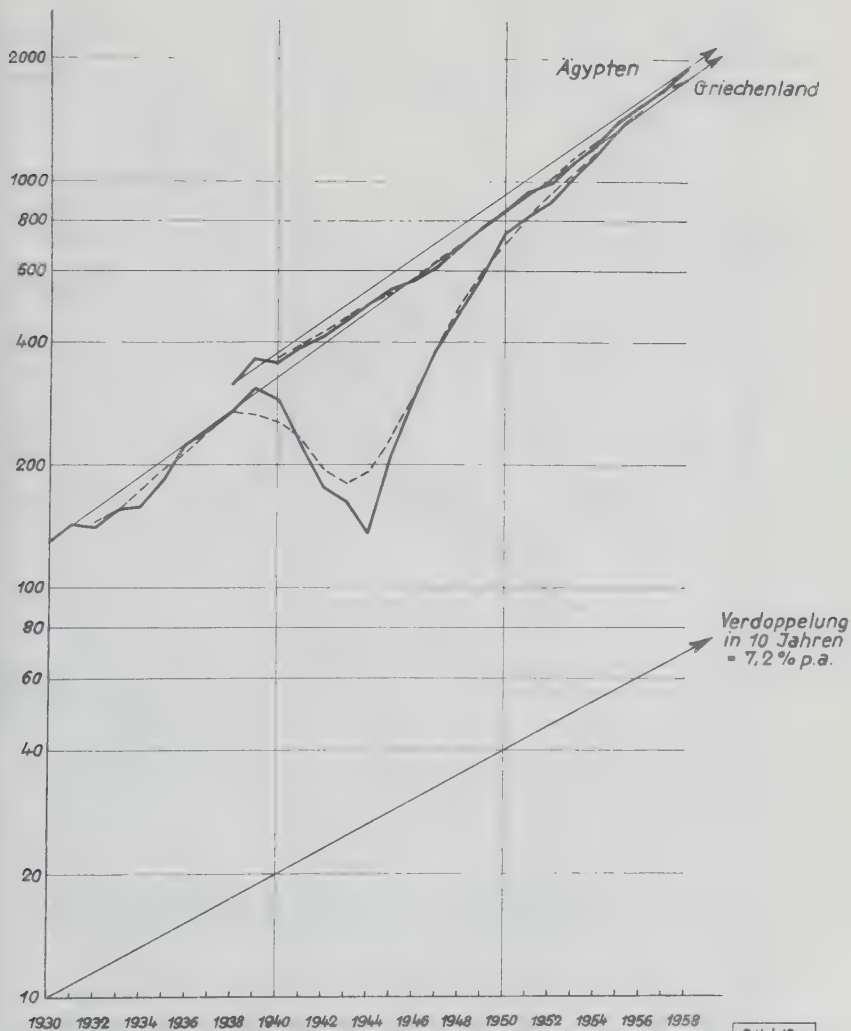
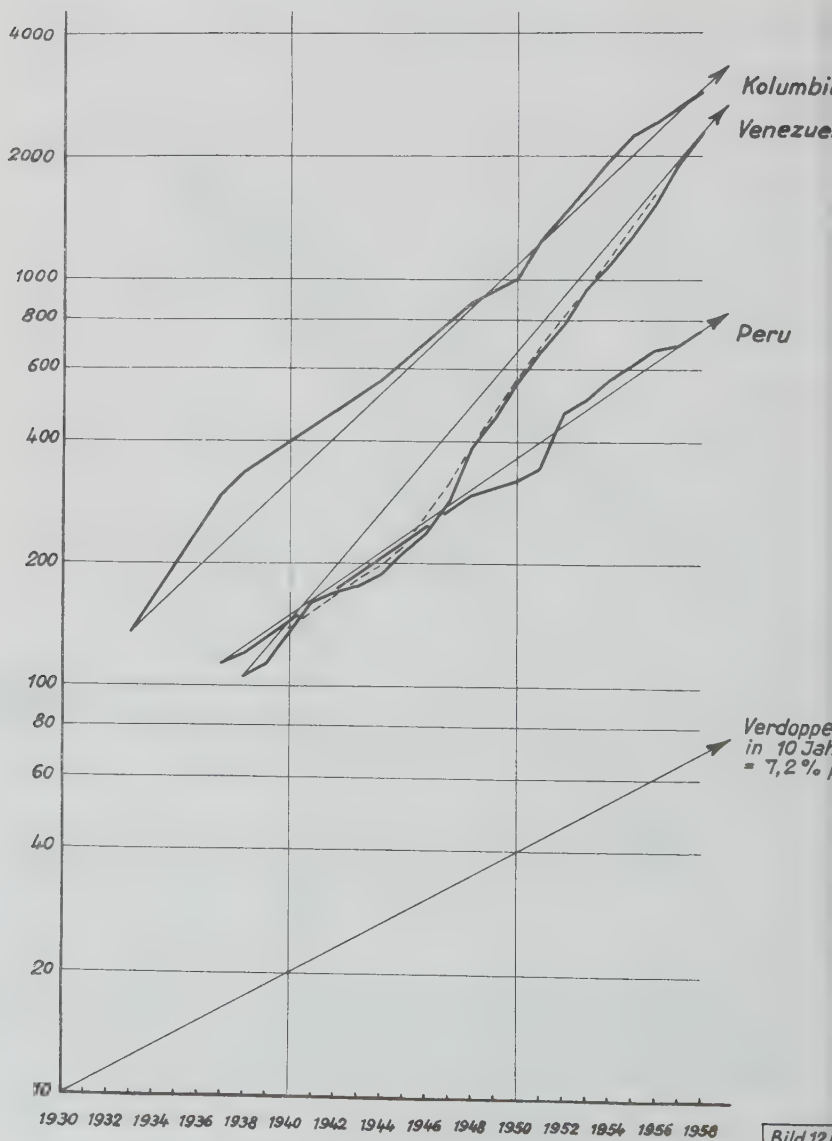


Bild 12a

Stromerzeugung einiger ausgewählter unterentwickelter Länder

in Mio.kWh



Stromerzeugung einiger ausgewählter unterentwickelter Länder

in Mio. kWh

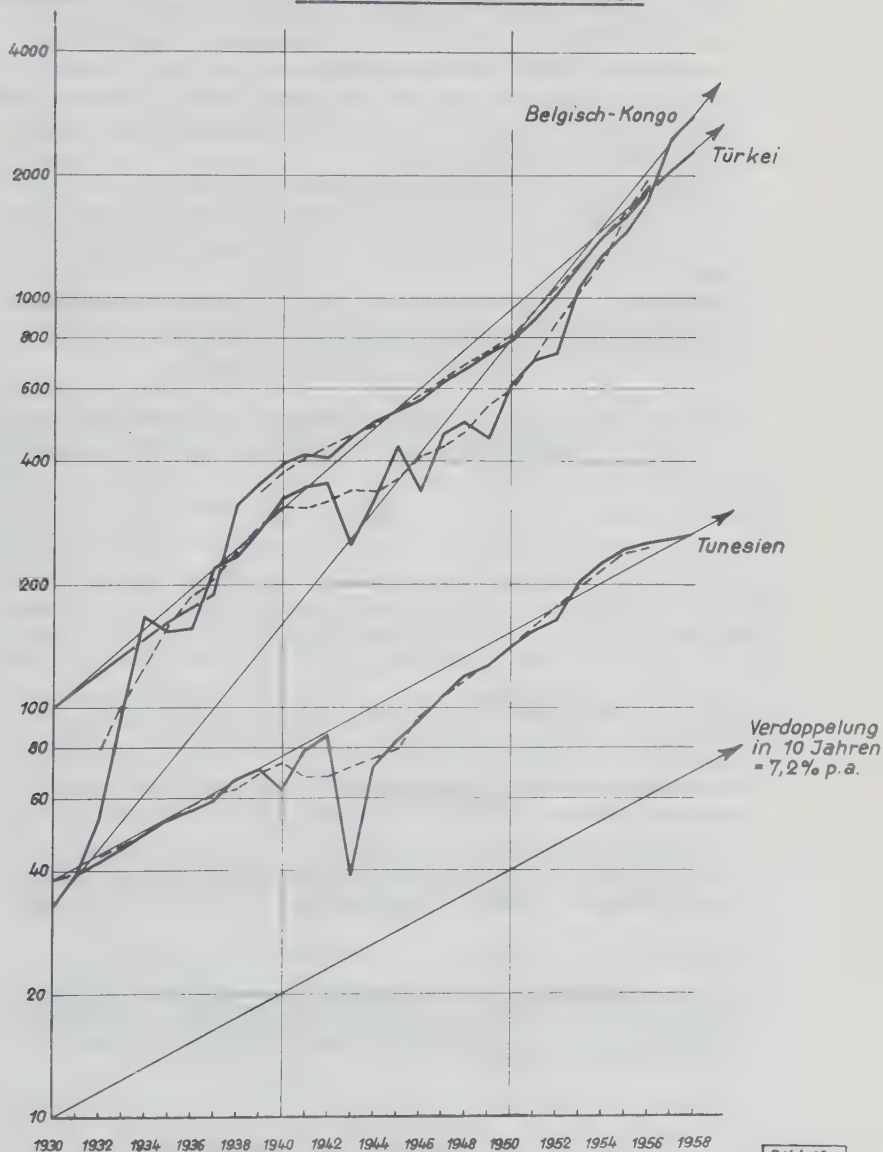
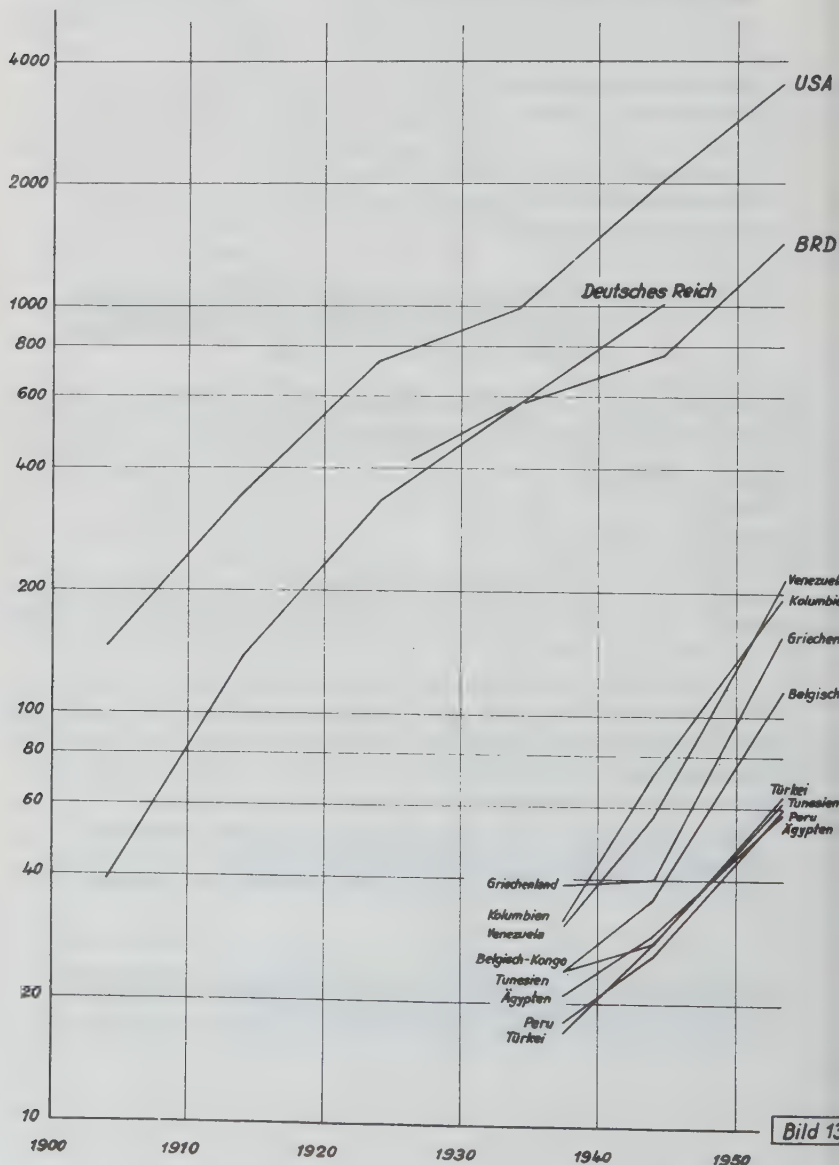


Bild 12c

Spezifische Stromerzeugung in einigen ausgewählten entwickelten und unterentwickelten Ländern.

kWh/Kopf



den USA und dem Deutschen Reich zu beobachten waren. Andererseits können wir feststellen, daß in den heute hochelektrifizierten Gebieten die Zuwachsrate der spezifischen Stromerzeugung vergleichsweise niedriger liegt als in den untersuchten unterelektrifizierten Gebieten. Zu diesem Ergebnis kommen wir, obwohl die Bevölkerungszunahme in den genannten Entwicklungsändern starker, z. T. viel stärker verläuft als in den USA und der Bundesrepublik.¹⁾ Das beleuchtet noch einmal deutlich die intensive Wachstumsrate der Gesamterzeugung in den ausgewählten Entwicklungsändern.

Die interessanten Zusammenhänge zwischen dem Grad der Elektrifizierung, gemessen an der Stromerzeugung je Kopf, und der Zuwachsrate der Gesamterzeugung werden in der kombinierten Darstellung des Bildes 14²⁾ sichtbar.

Sowohl die USA als auch das Deutsche Reich weisen in der Phase eines noch niedrigen spezifischen Erzeugungsniveaus die höchsten Zuwachsraten der Gesamterzeugung auf. Mit steigender Je-Kopf-Erzeugung zeichnet sich eine Tendenz zu fallenden Zuwachsraten der Gesamterzeugung ab. (Vgl. den Kurvenverlauf nach links oben). Die Richtungsänderung in einer dritten Phase bei gleichzeitiger Verlangsamung des Bevölkerungswachstums läßt noch keine spezifische Sättigung absehen.

Die Kurvenzüge der einzelnen Entwicklungsländer liegen im unteren Feld der Zeichnung - etwa in dem Niveau, aus dem der Prozess in den USA und dem Deutschen Reich seinen Anfang nimmt - und kennzeichnen so das Stadium einer niedrigen Je-Kopf-Erzeugung. Ihre Grundrichtung verläuft dabei nach rechts oben, d. h. aber in Richtung auf steigende Zuwachsraten in der Gesamterzeugung.

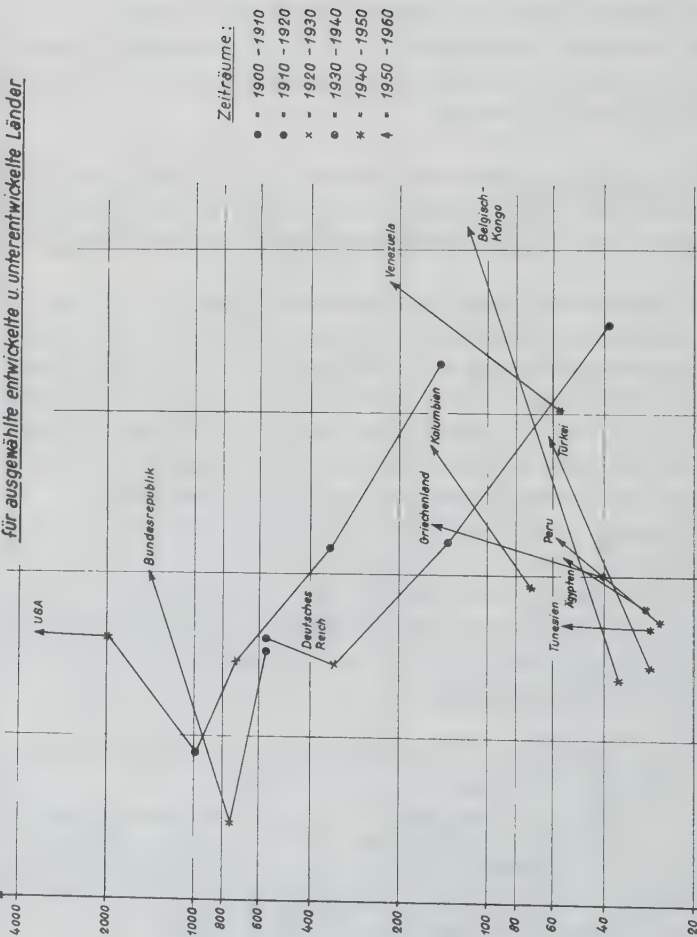
Nach dieser zunächst isolierten Betrachtung der Elektrizitätswirtschaft-

1) Die USA weist im Zeitraum 1953 - 58 einen Bevölkerungszuwachs von 1,7 % p. a., die Bundesrepublik von 1,2 % p. a. auf, während Ägypten mit 2,4 % p. a., Kolumbien mit 2,2 % p. a., Venezuela mit 3,0 % p. a., Peru mit 2,5 % p. a., Türkei mit 2,7 % p. a., Griechenland mit 0,9 % p. a., Tunesien mit 1,2 % p. a. und Belgisch Kongo mit 2,2 % p. a. im gleichen Zeitraum z. T. beträchtlich darüber liegen.
Quelle: UN: Statistical Yearbook 1959, New York 1959, Table 1.

2) Bezüglich des Zustandekommens der dieser Zeichnung zugrundeliegenden Werte sowie der Quellenangaben vgl. Tabelle 1, 2, 3 und 4 im Anhang.

Stromerzeugung je Kopf und jährliche Zuwachsräte
der Gesamterzeugung im Durchschnitt bestimmter Zeiträume
für ausgewählte entwickelte u. unterentwickelte Länder

kWh / Kopf
(als Durchschnittswert der genannten Zeiträume)



lichen Entwicklung wollen wir sie im folgenden in den breiteren Rahmen des gesamtwirtschaftlichen Wachstums stellen.

d. Die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft als integrierter Bestandteil des gesamtwirtschaftlichen Wachstums in ausgewählten entwickelten und unterentwickelten Ländern

Auf die Bedeutung der Elektrizität im Wirtschaftsprozess entwickelter Länder haben wir bereits hingewiesen. Der hohe Grad der Mechanisierung aller industriellen und gewerblichen Produktionsverfahren, aber auch der Einrichtungen des Haushalts, machen die elektrische Energie zu einem nicht mehr wegzudenkenden Faktor. Die Lebensnotwendigkeit dieses Wirtschaftszweigs ist jedoch nicht nur in einem einmal erreichten hohen Stadium der Entwicklung gegeben. Die Elektrizitätswirtschaft hat darüber hinaus in entscheidendem Maße die Pfade bestimmt, nach denen der abgelaufene Prozess in den heutigen Industrieländern verlaufen ist.

Das läßt sich zeigen, wenn wir die jeweiligen Wachstumsindikatoren - das reale Sozialprodukt und die Stromerzeugung - in Form langfristiger Indexreihen einander gegenüberstellen (vgl. Bild 15 ¹⁾). Das Deutsche Reich wird in dieser Darstellung nur bedingt zu Vergleichszwecken herangezogen werden können, da die absoluten Werte des Volkseinkommens und damit die Indizes seiner Entwicklung durch die Einbeziehung bzw. Ausgliederung bestimmter Gebietsteile beeinflußt werden. ²⁾

Aus den Kurven ist zunächst zu entnehmen, daß beide Länder in einer noch relativ frühen Phase ihrer industriellen und gesamtwirtschaftlichen Entwicklung die Stromerzeugung in einem sehr viel rascheren Tempo steigern mußten, um die weitere wirtschaftliche Expansion in

1) Bezüglich des Zustandekommens der Ursprungswerte, der Art des Sozialprodukts, der gebildeten Zeitintervalle und der Quellenangaben vgl. Tabelle 5 im Anhang.

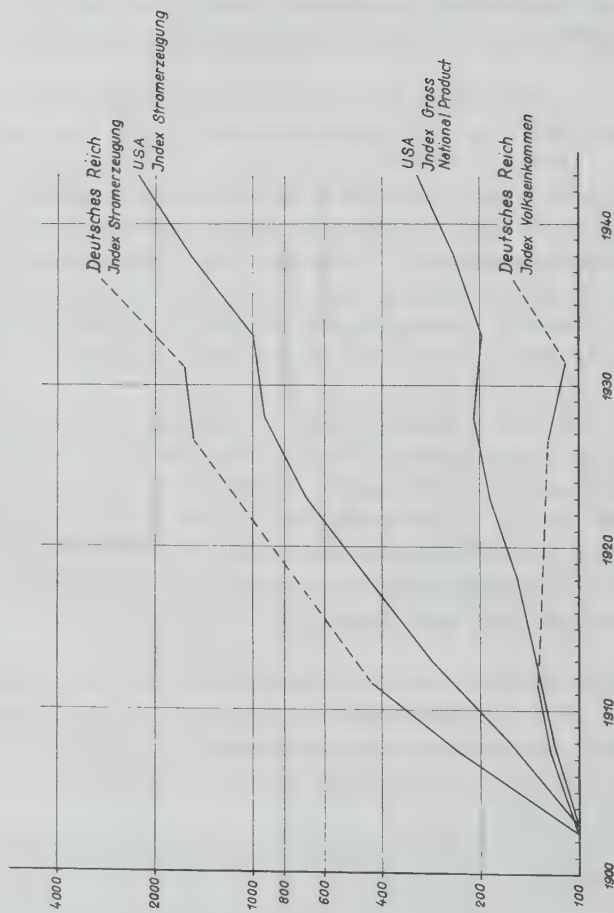
2) Die nicht vergleichbaren Phasen wurden gestrichelt gezeichnet. Da jedoch sowohl für die Stromerzeugung als auch das Volkseinkommen jeweils entsprechende Gebietsteile berücksichtigt wurden, bleibt die Vergleichbarkeit zwischen diesen beiden Größen gewahrt. Darauf kommt es uns aber in dieser Darstellung gerade an.
Vgl. Tabelle 5 im Anhang.

Langfristiger Indexvergleich der Entwicklung
des Sozialprodukts und der Stromerzeugung
in den USA und dem Deutschen Reich

1899 - 1948

(im Durchschnitt bestimmter Zeitintervalle)

Index / Stromerzeugung
Index / reales Sozialprodukt



einem gewissen time-lag herbeizuführen. ¹⁾ Das kommt auch in folgenden Zahlenwerten zum Ausdruck:

Übersicht 12: Stromerzeugung je 1000 \$ Gross National Product (GNP) in den USA im Durchschnitt bestimmter Zeiträume 1899 - 1948 ²⁾

Zeitraum	kWh / 1000 \$ G N P	Steigerung in % p. a.
1899 - 1908	266	
1909 - 1918	547	7,5
1919 - 1928	973	5,9
1929 - 1938	1465	4,2
1939 - 1948	1958	2,9

1) Der Beginn des gesamtwirtschaftlichen Wachstumsprozesses ist zumindest für Deutschland in eine weit frühere Phase zu legen. Stimuliert durch die Erfindungen Ende des 18., Anfang des 19. Jahrhunderts, dem Heraustreten aus einer starren Handwerksordnung und dem Übergang in eine "kapitalistische Denkweise" kann der Aufschwungsbeginn in der Mitte des 19. Jahrhunderts angesetzt werden.
Vgl. Sombart, W.: Die deutsche Volkswirtschaft im 19. Jahrhundert und im Anfang des 20. Jahrhunderts, 8. Auflage, Stuttgart 1954, S. 71 ff.

Wenn wir hier von früh sprechen, so meinen wir besonders den Zeitabschnitt, in dem der beginnende elektrotechnische Fortschritt die weitere Vollziehung des Entwicklungsprozesses beeinflusste. Dieser zeichnete sich auf der wissenschaftlichen Ebene zwar schon durch die bahnbrechenden Erfindungen Mitte des 19. Jahrhunderts ab, doch trat die Elektrizitätswirtschaft erst Ende des 19. Jahrhunderts in ein technisch-wirtschaftliches Stadium. Das erste Berliner Elektrizitätswerk wurde beispielsweise 1885 in Betrieb genommen.
Vgl. Sombart, W.: a. a. O., S. 166.

Einen Aufriß des wissenschaftlich-technischen Fortschritts der Elektrizitätswirtschaft findet sich in:
Deutscher Ausschuß für technisches Schulwesen: Spannung - Widerstand - Strom, Berlin 1931.

2) Vgl. Tabelle 5 im Anhang.

Übersicht 13: Stromerzeugung je 1000 RM Volkseinkommen im Deutschen Reich im Durchschnitt bestimmter Zeiträume 1901 - 1939

Zeitraum	kWh / 1000 RM Volkseinkommen	Steigerung in % p. a.
1901 - 1905	46	14,0
1905 - 1910	90	
1911 - 1913	145	
1925 - 1929	569	3,3
1930 - 1934	696	
1935 - 1939	870	4,6

Die Relation "kWh je Einheit des realen Sozialprodukts" nimmt in den untersuchten Zeiträumen absolut ständig zu. Hätte sich die Stromerzeugung und das reale Sozialprodukt einander proportional entwickelt, so wäre diese Relationszahl im Laufe der Jahre konstant geblieben.

Der Trend der Stromerzeugung übertrifft also den Zuwachs des Volumens der Gesamtwirtschaft. Es ist dies ein sowohl für die industrielle und gesamtwirtschaftliche Entwicklung als auch für die Elektrizitätswirtschaft im Rahmen dieses Prozesses entscheidendes Charakteristikum. ²⁾

Das stärkere Wachstum der Elektrizitätswirtschaft wird jedoch zu einem Problem der zeitlichen Betrachtung. Wie uns die abnehmenden Zuwachsraten zeigen (vgl. die relative Steigerung der Verhältniszahl in Übersicht 12 und 13), schwächt sich dieser Vorlauf der Elektrizitätswirtschaft mit zunehmendem Entwicklungsgrad ab.

1) Vgl. Tabelle 5 im Anhang.

2) Die gleiche Erscheinung läßt sich auch für das Verhältnis "Stromerzeugung je Punkt des Industrieproduktionsindex" beobachten. So hat die USA diese Relationszahl von 1.168 Mio. kWh im Jahre 1929 auf 1.75 Mio. kWh im Jahre 1938 (= + 4,6 % p. a.) und auf 1.925 Mio. kWh im Jahre 1948 (= + 1,0 % p. a.) steigern können. Beim Deutschen Reich liegen diese Werte etwas niedriger: 307 Mio. kWh im Jahre 1929 zu 436 Mio. kWh im Jahre 1938 (= + 3,6 % p. a.). Quelle: UN: Statistical Yearbook 1954, New York 1954, für die Entwicklung des Industrieproduktionsindexes Table 36, für die Entwicklung der Stromerzeugung Tabelle 1 im Anhang.

Hieraus läßt sich generell folgern, daß in den Anfangsjahren der Industrialisierung und wirtschaftlichen Entwicklung eines Landes ein beträchtlicher Zeitabstand zwischen Ankurbelung der Elektrizitätswirtschaft und Erhöhung der Produktionsrate liegt bzw. liegen muß.

(Prinzip des energetischen Vorlaufs).

Mit anderen Worten bedeutet dieses Ergebnis, daß zur raschen Industrialisierung und einer allgemeinen wirtschaftlichen Expansion zunächst Energie "aufgespeichert" werden muß. ¹⁾

Betrachten wir unter diesem Aspekt die neuere Entwicklung in den USA und der Bundesrepublik einerseits und den genannten Entwicklungsländern andererseits, so ergibt sich:

Übersicht 14: Indexvergleich der realen Sozialprodukt- (SP) und der Stromerzeugungsentwicklung (Str) in ausgewählten entwickelten und unterentwickelten Ländern 1950/1958 ²⁾

Zeit	USA	BRD	Ägypten	Kolumbien	Peru	Venezuela	Griechenl.	Türkei	Belg. Kongo
	SP Str	SP Str	SP Str	SP Str	SP Str	SP Str	SP Str	SP Str	SP Str
1950	100 100	100 100	100 100	100 100	100 100	100 100	100 100	100 100	100 100
1957	128 184	174 206	128 201	142 263	116 215	211 341	169 228	154 261	147 401
1958	125 186	179 214	128 224	- -	- -	215 402	174 240	171 291	- -

Aus dieser Übersicht ist zu entnehmen, daß sich in den heute bereits stark industrialisierten Ländern der Index der Stromerzeugung mehr oder weniger parallel zum steigenden Sozialproduktindex entwickelt. ³⁾

1) Vgl. Freiburger, R. und Schulz, F.: Some Relations between Industrial Production and Consumption of Energy, WPC, Belgrad 1957, Bericht A/9, S. 20.

Vgl. auch Lahiri, A. und Ghosal, A.: Die Energiewirtschaft der Indischen Union, in: The Eastern Economist, Neu Delhi, Nr. 6 v. 6. 2. 1959, übersetzt vom Hamburgischen Welt-Wirtschaftsarchiv, in: Weltkartei der Wirtschaftspresse, B 42/n 13 a/4, S. 2.

2) Tunesien blieb unberücksichtigt, da keine Sozialproduktzahlen vorliegen. Vgl. Tabelle 6 im Anhang.

3) Dieser Parallellauf ist bei einem Vergleich mit dem Industrieproduktionsindex noch entschieden stärker ausgeprägt, wie Freiburger und Schulz für die USA gezeigt haben.

Vgl. Freiburger, R. und Schulz, F.: a. a. O., S. 8 f.

3. Schlußfolgerung und Bedingung für die Entfaltung der Elektrizitätswirtschaft als Faktor einer postulierten gesamtwirtschaftlichen Entwicklung

Dieser Absatz dient einer analytischen und generellen Formulierung der empirischen Ergebnisse im Hinblick auf die der Untersuchung zugrundeliegenden Fragestellungen. ¹⁾

Die elektrizitätswirtschaftliche Entwicklung in den USA und dem Deutschen Reich läßt erkennen, daß von einer Sättigung in der gegenwärtigen Phase nicht gesprochen werden kann. Wenn sich auch Perioden eines stürmischen Wachstums mit solchen eines verlangsamten ablösen, so zeichnen sich doch wieder Tendenzen ab, die durch kräftige Zuwachsraten gekennzeichnet sind.

Der Vorstellung des nach einem Wendepunkt unabänderlich dem Grenzwert zustrebenden Verlaufs der Erzeugungskurve kann also nicht entsprochen werden. Die grundsätzliche Ableitung dieses Theorems folgte aus dem Gedanken einer "säkularen Stagnation" der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung. Diese in der neueren Theorie im wesentlichen auf KEYNES und HANSEN zurückgehenden Überlegungen sind auch als "mature economics" in der Literatur bekannt. ²⁾

KEYNES kam für die gesamtwirtschaftliche Entwicklung - ähnlich wie UBAGHS für die elektrizitätswirtschaftliche - zu diesem Ergebnis aus der Beobachtung der im Anschluß an die 30iger Jahre einsetzenden Verlangsamung des Wachstumsprozesses entwickelter Volkswirtschaften.

Später hat es an der modelltheoretischen Untermauerung dieser Thesen nicht gefehlt. So wird hier häufig unterstellt, daß die mit steigendem Einkommen wachsende Ersparnisbildung und demnach die relative Abnahme des Konsums zu einer Verringerung der induzierten Nettoinvestitionen führt. ³⁾ Zwischen der zunehmenden Ersparnisbildung und der abnehmend

1) Vgl. S. 65.

2) Vgl. Klatt, S.: Zur Theorie der Industrialisierung, Köln - Opladen 1959, S. 399.

3) Hierin kommt die völlig andersgeartete Funktion des Sparens gegenüber den Vorstellungen der Klassiker zum Ausdruck. Für sie war die Entwicklung von der Produktionsseite her gestoßen und zunehmende Ersparnisse gleichzusetzen mit erhöhten Investitionen. Bei Keynes steht dagegen die Entwicklung im Sog der Nachfrage.

Investitionstätigkeit wird also eine wachsende Lücke gesehen. Kapital-sparende, statt kapitalabsorbierende Investitionen und die abnehmende Bevölkerungszuwachsrates dieser Länder werden als die ursächlichen Bestimmungsgründe des Prozesses betrachtet. ¹⁾

Es läßt sich auch mittels des Akzelerationsprinzips modelltheoretisch, unter Annahme bestimmter Multiplikator- und Akzeleratorkombinationen, zeigen, daß die Entwicklung des Volkseinkommens, selbst bei noch absolut steigendem, jedoch relativ sinkendem Konsum, bereits abfällt. ²⁾

Diese langfristig unterstellte Entwicklung - im wesentlichen aus zwei Jahrzehnten amerikanischer Wirtschaftsgeschichte abgeleitet ³⁾ - hat ebenso viele spekulative Momente wie die gegenteilige These des PIGOU-Effektes. In dieser These wird mit einem bestimmten Volkseinkommens-tiefstand ein Entsparungsprozess angenommen, der über den steigenden Konsum expansiv wirkt und demnach eine "säkulare Stagnation" aus dem Wirtschaftsprozess selbst heraus nicht zuläßt. ⁴⁾

Einen anderen Schritt ist heute die modelltheoretische Richtung der Wachstumstheorie gegangen, da sie nicht mehr nach dem zu erwartenden Weg fragt, sondern die Bedingungen für ein stetiges Wirtschaftswachstum kennzeichnet. "Die Wachstumsrate des Sozialproduktes erscheint als Quotient aus Investitionsquote und marginalem Kapitalkoeffizienten, wobei im Gleichgewicht die Investitionsquote und die Quote der freiwilligen Ersparnis zusammenfallen." ⁵⁾ Die zunehmende Verfeinerung des zunächst grobschlächtigen Instrumentariums, die Auflösung der Globalgrößen in Strukturgrößen, die Einbeziehung monetärer Effekte und nicht zuletzt die Auseinandersetzung mit den finanz- und währungspolitischen Bedingungen ließen die Faktoren eines gleichgewichtigen Wachstumsprozesses immer deutlicher werden. Jedenfalls wird so das Wirtschafts-

1) Vgl. Higgins, B.: Concepts and Criteria of Secular Stagnation, in: Income, Employment and Public Policy, Essays in Honour of A. H. Hansen, New York 1948, S. 90.

2) Vgl. Schneider, E.: Einführung in die Wirtschaftstheorie, Teil III, 4. Auflage, Tübingen 1957, S. 228.

3) Vgl. Klatt, S.: a. a. O., S. 409.

4) Vgl. Hansen, A. H.: The Pigouvian Effect, in: Journal of Political Economy, Vol. 59 (1951), S. 535 f.

5) Bombach, G.: a. a. O., S. 157.

wachstum zu einem gestaltungsbedürftigen, nicht jedoch deterministisch ablaufenden Prozess.¹⁾ Dabei werden in der neueren Literatur die wirtschaftspolitischen Möglichkeiten, insbesondere von der finanzpolitischen Seite, klar gesehen und für realisierbar gehalten.²⁾

So nimmt es nicht wunder, wenn die These der "säkularen Stagnation" weitgehend in den Hintergrund getreten ist. Vielmehr hat sich die Ansicht breitgemacht, daß die vom Kapitalwachstum und dem technischen Fortschritt ausgehenden Impulse, unterstützt durch ein adäquates wirtschaftspolitisches Instrumentarium, weiterhin zu destabilisierend Umwandlungsprozessen im Sinne der SCHUMPETERschen "schöpferischen Zerstörung"³⁾ führen werden. Diese Ansicht vertritt auch PAULSEN, wenn "die Furcht ... vor fallendem Grenzwert des Kapitals und der Tendenz zu einem stationärem Zustand" als "hinfällig"⁴⁾ bezeichnet.

Wenn sich so die These einer "säkularen Stagnation" für das Ganze nicht halten läßt, so hat sie auch wegen des dargestellten Funktionalzusammenhangs für den Elektrizitätswirtschaftlichen Bereich ihre Geltung verloren. Diese Überlegungen lassen den Schluß zu, daß bei der elektrischen Energie, selbst in den entwickelten Phasen einer Volkswirtschaft, in einem überschaubaren Zeitraum von einer absoluten Sättigung nicht gesprochen werden kann.

Die einfache S-Form der langfristigen Stromerzeugungskurve - abgeleitet aus den Eindrücken der Weltwirtschaftskrise (UBAGHS⁵⁾) - kommt also

1) Vgl. Paulsen, A.: Wirtschaftliche und soziale Grundprobleme stetigen Wirtschaftswachstums, in: Finanz- und währungspolitische Bedingungen a. a. O., S. 22.

Das kommt auch bei Erich Egner zum Ausdruck, wenn er den Verfall der Wirtschaft erklärt als: "... die Unfähigkeit zum Lernen in der Geschichte folgte aus dem Unvermögen, sich mit den neuen Gegebenheiten zu finden. Dann gericht es diesen Menschen an geistigen Kräften zur Meisterung ihres Schicksals. Das führt zum Verfall der Wirtschaft." Egner, E.: Blüte und Verfall der Wirtschaft, Leipzig 1935, S. 133. Hieraus ergibt sich, daß mit dem Vorhandensein der "geistigen Kräfte" dieser Zerfallsprozess nicht zwangsläufig ist.

2) Vgl. Bickel, W.: Finanzpolitische Bedingungen stetigen Wirtschaftswachstums, in: Finanz- und währungspolitische Bedingungen ..., a. a. S. 47 ff.

3) Vgl. Schumpeter, J. A.: Kapitalismus, Sozialismus und Demokratie, 2. Auflage, München 1950, S. 134 ff.

4) Paulsen, A.: a. a. O., S. 22.

5) Vgl. S. 59 f.

theoretische Vorstellung nicht in Betracht.

Die reine Exponentialfunktion, mit einer gleichmäßigen jährlichen Steigerung von beispielsweise 7,2 % p. a., führt aber, wie STEINER nachwies ¹⁾, langfristig zu unsinnigen Werten.

Zwischen diesen beiden Thesen liegen die Überlegungen einiger neuerer Autoren, die sich mit unseren Vorstellungen decken. ²⁾ Hier wird die Ansicht vertreten, daß das Wachstum des Strombedarfs zwar einer S-Kurve folgt, jedoch einer Kurve, bei der "... der Wendepunkt (und damit der Sättigungspunkt, Anm. d. Verf.) durch neue Anwendungen elektrischer Energie (Strukturwandlungen) immer wieder verschoben wird und so zu einer Geraden (im linearen Netz) von nebeneinanderliegenden Wendepunkten wird " ³⁾. (Vgl. Bild 16 ⁴⁾).

Der Sättigungspunkt wird demnach in einen Zeitraum gerückt, der sich einer wie immer gearteten Abschätzung entzieht. Dabei können wir diese Entwicklung nicht elektrizitätswirtschaftlich isoliert sehen. Sie ist nur zu verstehen auf dem Hintergrund einer durch ständige "Innovationen" und "Durchsetzung neuer Kombinationen" gespeisten gesamtwirtschaftlichen Entwicklung. ⁵⁾

Denken wir nur daran, was die Mechanisierung für die Entwicklung des Stromverbrauchs in den heutigen Industrieländern bedeutet hat, was die Automation in vollbeschäftigten Volkswirtschaften heute für den Elektrizitätsbedarf bedeutet und was die Elektrizität ihrerseits zur Entwicklung derartiger Techniken beigetragen hat. Für die Zukunft zeichnet sich mit der Atomenergie und ihrer für den elektrizitätswirtschaftlichen Bereich so wesentlichen Umstrukturierung der gesamten Energieversorgung eine erneute Phase stärkeren Wachstums ab.

1) Vgl. S. 58.

2) Vgl. Fischer, B.: a. a. O., S. 138.

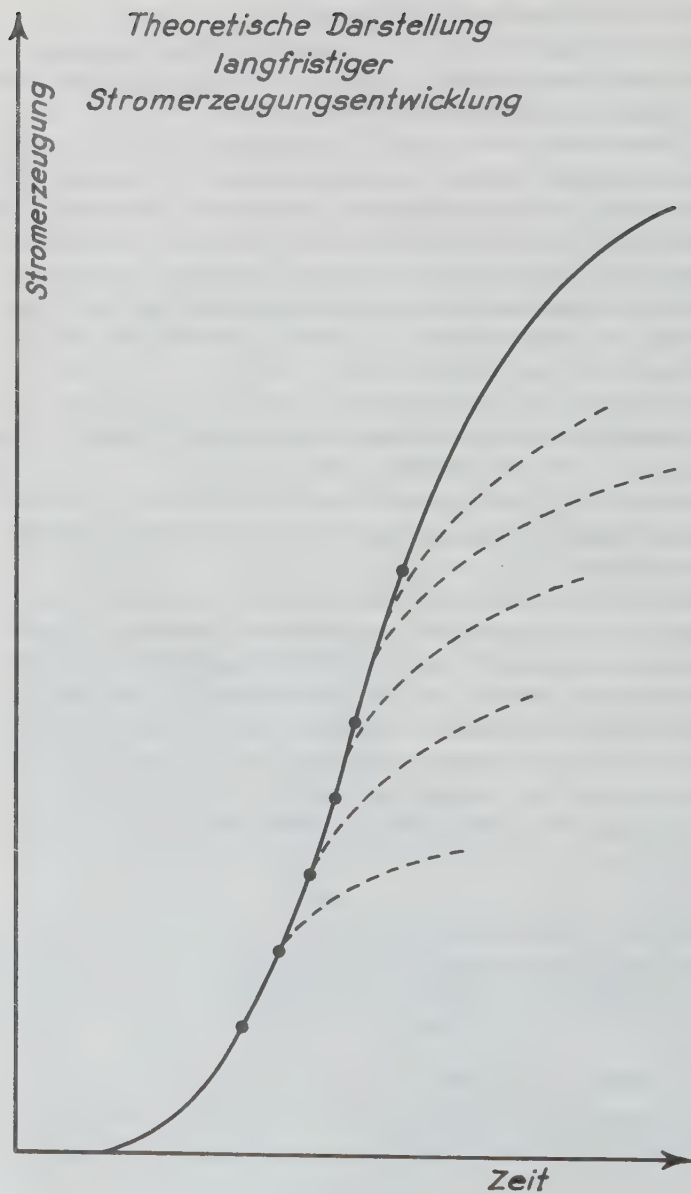
Vgl. Krieg, E. H. und Leonhard, H. C.: Gompertz Curves Aid Utility Growth, in: Electrical World v. 9. Sept. 1957, S. 56 ff.

3) Fischer, B.: a. a. O., S. 138.

4) Quelle: ebenda, S. 138, Bild 18.

5) Vgl. Schumpeter, J. A.: Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung, 5. Auflage, Berlin 1952, S. 100 ff.

*Theoretische Darstellung
langfristiger
Stromerzeugungsentwicklung*



Technischer Fortschritt, als eine der wesentlichen Determinanten im gesamtwirtschaftlichen Wachstum, und Elektrifizierung bedingen sich gegenseitig.

Das elektrizitätswirtschaftliche Stadium der Entwicklungsländer ist sicherlich in den ersten Teil der theoretisch dargestellten langfristigen Wachstumskurve der Stromerzeugung zu legen. Hier ist aber erfahrungsgemäß mit hohen, progressiven Zuwachsraten zu rechnen. Diese Tendenz glauben wir auch für die untersuchten Länder aus unseren empirischen Auswertungen entnehmen zu können. Die Erklärung liegt auf der Hand. Die meisten Entwicklungsländer befinden sich zumindest in einer bewußt angestrebten wirtschaftlichen Expansionsbewegung, die aus der stationären Enge in die dynamische Vielschichtigkeit einer modernen Volkswirtschaft führen soll. Der Einsatz der Elektrizität wird hier keine langatmigen Umwege gehen, er wird zeitlich geballt auftreten.

Während für die USA im Zeitraum 1900 bis 1950 die Stromerzeugung um das 21fache gestiegen ist, hat sich das reale Sozialprodukt nur um das 2fache erhöht. Dabei ist in den ersten 10 Jahren der stärkste Vorlauf zu beobachten. Die Stromerzeugung ist in diesem Zeitraum um nahezu das 2fache, das Sozialprodukt um $\frac{1}{3}$ gestiegen ¹⁾, was einer den energetischen Vorlauf kennzeichnenden Relationszahl (Δ Stromerzeugung : Δ Volkseinkommen) von 6 ($2 : \frac{1}{3}$) entspricht. Dabei ist zu berücksichtigen, daß wir in den Anfangsjahren der Elektrifizierung in den USA und im Deutschen Reich eine gesamtwirtschaftliche Entwicklungsstufe vor uns haben, die sich gar nicht mit der gegenwärtigen Phase unterentwickelter Länder vergleichen läßt. Es bestand bereits eine weitgehende Durchdringung der Produktionsprozesse mit den Mitteln kommerzieller Energieträger. Die Elektrizität trat nur als neuer Energieträger hinzu.

Bei den Entwicklungsländern wird die Elektrizität von allem Anfang eines bewußt vollzogenen Wachstums eine unter den Energieträgern führende Rolle spielen und aus ökonomischen Gründen auch spielen müssen. Das läßt den Schluß zu, daß der energetische Vorlauf als Bedingung einer auf eine dynamische Aufwärtsentwicklung gerichteten Volkswirtschaft in diesen Ländern ausgeprägter sein müßte als in den Anfangsjahren der Elektrifizierung in den USA und dem Deutschen Reich.

1) Vgl. Tabelle 5 im Anhang.

Unterstellen wir eine angestrebte Volkseinkommenssteigerung von 3 % p. a., so käme das in 10 Jahren etwa einer Erhöhung des Sozialprodukts um $\frac{1}{3}$ gleich. Die Stromerzeugung müßte gemäß obigen Überlegungen um mehr als das 2fache steigen und sollte zwischen dem 2- und 3fachen der jeweiligen Ausgangsgröße liegen. Bei einer Steigerung des Volkseinkommens um $\frac{1}{3}$ und einem Zuwachs der Stromerzeugung um das 2- bis 3fache errechnet sich obengenannte Relationszahl zwischen 6 und 9 ($2 : \frac{1}{3}$ bzw. $3 : \frac{1}{3}$). In Wirklichkeit liegen die Größenordnungen in den untersuchten Ländern zwischen 2 (Griechenland) und 7 (Peru). ¹⁾

Der energetische Vorlauf scheint daher in den meisten untersuchten Fällen noch nicht auszureichen. Das gilt auch für Ägypten mit einem "Vorlaufkoeffizienten" von 4.

Zusammenfassend läßt sich für die elektrizitätswirtschaftliche Entwicklung unterentwickelter Gebiete feststellen: Die Zuwachsraten der Elektrizitätserzeugung werden und müssen in den ersten 10 bis 20 Jahren der planmäßigen gesamtwirtschaftlichen Entfaltung weit über die "klassische" Verdoppelungsregel der Elektrizitätswirtschaft hinausgehen. Diese generelle Regel wird unter der Voraussetzung eines in den verschiedenen Bereichen der Wirtschaft dieser Länder bewußt angesetzten Aufbauprogramms aufgestellt. Der energetische Vorsprung ist also nicht als Selbstzweck zu verstehen, sondern immer in seinem wohlproportionierten Verhältnis zur gesamtwirtschaftlichen Entwicklung zu sehen. Ein ohne Berücksichtigung des gesamtwirtschaftlichen Wachstums erfolgender Ausbau der Erzeugungs- und Verteilungsanlagen, einfach nach der Vorstellung einer hohen Zuwachsrate, wäre schon aus Gründen einer sinnlosen Kapitalbindung verfehlt.

Daher wird es bei der Bestimmung der elektrizitätswirtschaftlichen Entwicklungsrate im Einzelfall darauf ankommen, die Einflußfaktoren zu kennen, die auf den Bedarf an elektrischer Energie einwirken.

1) Vgl. Tabelle 6 im Anhang.

4. Die Erfassung der Einflußfaktoren auf die zukünftige Bedarfsgröße an elektrischer Energie

Die Fülle der auf den Strombedarf einwirkenden Bestimmungsgründe systematisch einzufangen, ist eine entscheidende Voraussetzung für jede Prognoseüberlegung.

Dabei hat die Besprechung einiger Autoren jeweils verschiedene Aspekte erkennen lassen. Bei AILLERET war es die "konjunkturelle Situation" und die "allgemeine Wachstumstendenz" ¹⁾, bei STEINER und LOGAN das Bevölkerungswachstum ²⁾, bei UBAGHS das "Breiten- und Tiefenwachstum" ³⁾.

Mit Ausnahme der Bevölkerungsdeterminante stecken die eigentlichen Triebkräfte natürlich hinter diesen Begriffen. So läßt sich die Größe des Breitenwachstums der elektrischen Energie auflösen nach der Frage, welche neuen Verbrauchergruppen im Zuge der Entwicklung zu erwarten sind. Das Tiefenwachstum, d. h. also die Steigerung des Stromverbrauchs in bereits eroberten Anwendungsbereichen und Verbraucherschichten wird von deren wirtschaftlicher Aktivität abhängig sein.

Über den Umfang neuer Verbraucher und die stärkere Nutzung der elektrischen Energie durch bestehende Abnehmerkreise entscheidet aber das Stadium der Elektrifizierung, die Richtung des angestrebten Entwicklungsprozesses und die Intensität der Entwicklung. Diese wird, wenn wir es auf die vereinfachte Formel der modelltheoretischen Wachstumsbetrachtung bringen, vom Kapitalwachstum, dem technischen Fortschritt und der Bevölkerungszunahme determiniert.

Damit ist für eine Stromverbrauchsprognose sehr wenig anzufangen. Wirklichkeitsnäher wird es darauf ankommen, in welchem Maße diese Länder gewillt sind, aus dem Stadium einer primär auf die Landwirtschaft oder die Urproduktion gerichteten Volkswirtschaft herauszutreten.

In der theoretischen Diskussion lassen sich für beide Standpunkte - den für die landwirtschaftliche und den für die industrielle Revolution - gute Argumente finden. Jedoch zeigt die neuere Erörterung dieses

1) Vgl. S. 54.

2) Vgl. S. 57.

3) Vgl. S. 59.

Problems ¹⁾ eine Annäherung in den Positionen.

Wegen der Wirkungen auf Kapitalbildung, Einkommen, allmähliche Veränderung von Konsum und Sparen, technischen Fortschritt, Geldwirtschaft und Marktentstehung wird die Industrialisierung immer mehr als eine wesentliche Wachstumsbedingung gesehen, nicht zuletzt auch wegen der gesellschaftlichen Strukturwandlungen, die sie herbeiführen wird. ²⁾ Andererseits verlangt der Bevölkerungsdruck in den meisten dieser Länder eine Verbesserung der Arbeitsproduktivität in der Landwirtschaft. Eine Steigerung der Arbeitsproduktivität mit dem Ziel der Überschusserwirtschaftung im landwirtschaftlichen Sektor erscheint nur möglich, wenn breite Bevölkerungsteile aus diesem Bereich abgezogen werden. Das kann aber nur durch entsprechende Beschäftigungsmöglichkeiten in der Industrie erfolgen. Ein Optimum drängt zum anderen.

Es ergibt sich, daß eine bevorrechtigte Behandlung des einen oder anderen Sektors nicht im Sinne eines "balanced growth" ist. ³⁾ Diese theoretische Vorstellung findet sich auch in nahezu allen Ausbauprogrammen dieser Länder, aus denen hervorgeht, daß sie keineswegs gewillt sind, auf dem Sektor der Agrar- oder Urproduktion zu verharren.

1) Auf die Probleme einer "dual economy" weist insbesondere Singer hin, der ein ganz entschiedener Verfechter der Industrialisierungsthese ist. Vgl. Singer, H. W.: Probleme der Industrialisierung in unterentwickelten Ländern, in: Zeitschrift für Nationalökonomie, Bd. XV (1956), S. 90 ff.

2) Vgl. Guth, W.: a. a. O., S. 115 ff.

3) Lewis bringt diesen Gedanken folgendermaßen zum Ausdruck: "Deshalb müssen wir in der Welt der Wirklichkeit ein Gleichgewicht zwischen Importen, Exporten, Industrieproduktion und Landwirtschaft aufrechterhalten, und nicht lediglich zwischen zwei dieser Größen." Lewis, W. A.: a. a. O., S. 311.

In diesem Sinne berücksichtigen theoretische Entwicklungsschemata bereits in den ersten Stadien eine industrielle Umstrukturierung. Vgl. Guth, W.: a. a. O., S. 119.

Vgl. Stucken, R.: a. a. O., S. 16.

Vgl. UN: Processes and Problems of Industrialization ..., a. a. O., S.

4) Als Beispiele können Indien, Ägypten, aber auch die meisten südamerikanischen Länder genannt werden. Vgl. Meimberg, R.: Zur Problematik der Finanzierung von Investitionen in Entwicklungsländern, in: Meimberg, R. und Jürgensen, H.: Probleme der Finanzierung von Investitionen in Entwicklungsländern, Schriften des Vereins für Socialpolitik, Neue Folge, Bd. 16, S. 48.

Eine solche Entwicklung ist natürlich für den Ausbau der Elektrizitätsversorgung entscheidend, stellt doch die Industrie mit ca. 60 bis 70 % den Hauptverbraucher an elektrischer Energie dar.

Daneben sind allerdings die Bedürfnisse der Landwirtschaft nicht zu vernachlässigen. In den meisten dieser Länder ist eine Vermehrung der landwirtschaftlichen Produktion eine Frage der Landgewinnung. Be- und Entwässerung spielen die tragenden Rollen in der Ausweitung der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Dazu reichen die althergebrachten Verfahren meist nicht mehr aus. Moderne Be- und Entwässerungsanlagen mit ihren Pumpstationen sind jedoch bedeutende Stromverbraucher.¹⁾ Zusammenfassend können wir feststellen, daß es bei der Bedarfsbestimmung der elektrischen Energie darauf ankommt, die aus den verschiedenen Bereichen kommenden Einflußfaktoren in ihrem Charakter als Breiten- oder Tiefenwachstum zu erkennen.

Die geringfügige Elektrifizierung im gegenwärtigen Stadium rückt das Breitenwachstum in den ersten Phasen der Entwicklung eindeutig in den Vordergrund. Erst mit dem allmählichen Aufkommen größerer Abnehmerkreise wird das Tiefenwachstum mitbestimmend.

Um aber die aus den verschiedenen Bereichen ausgehenden Faktoren in den Griff zu bekommen, bedarf es einer klaren Systematik. Es empfiehlt sich, von der Verbraucherseite auszugehen und zwei große Bereiche zu unterscheiden:

1. den konsumtiven Bereich (Haushalt, öffentliche Beleuchtung),
2. den produktiven Bereich (Industrie, Landwirtschaft, "public utilities", wie Wasserwerke, Eisenbahnen usw.).²⁾

Im kontinuierlichen Wachstumsverlauf der unterentwickelten Länder machten beide Bereiche von allem Anfang an ihren Einfluß in der Breitenentfaltung der Elektrizität geltend. In den Entwicklungsländern scheint

1) Das wird sich gerade am Beispiel Ägyptens zeigen.
Vgl. S. 106 ff.

2) Die gewählte Einteilung geht auf Freiburger zurück.
Vgl. Freiburger, R. und Schulz, F.: a. a. O., S. 11.
Auch Oliveira sieht den Gesamtbedarf aus den Erfordernissen des "productive sector of the economy" und "the welfare needs of the population" zusammengesetzt.
Vgl. Oliveira, A. B. de: Vorausbestimmung des Bedarfs an elektrischer Energie und Planung der Elektrifizierung in unterentwickelten Ländern, WPC, Rio de Janeiro 1954, Título 1, Assunto 1,1, S. 7.

sich dagegen in den Anfangsjahren eine Vorrangstellung des produktiven Bereiches abzuzeichnen. Eine Studie der UN zeigt für eine Reihe von Entwicklungsländern Asiens, daß der Stromverbrauch für industrielle und landwirtschaftliche Zwecke nicht nur absolut, sondern auch relativ gegenüber dem konsumtiven Bereich zunehmend an Bedeutung gewinnt.¹⁾ Diese Erscheinung ist jedoch wegen der auch im Falle der Elektrizitätserzeugung gegebenen Engpaßsituation dieser Länder verständlich. Eine Bevorzugung produktiver Abnehmer ist darüber hinaus wegen der langfristigen Wachstumsziele nur zu bejahen.

Mit steigendem Volkseinkommen und größeren Ansprüchen an den Lebensstandard wird sich auch die Haushaltskomponente verstärkt auswirken. Derzeit dominiert der produktive Bereich. Aus ihm werden die entscheidenden Bedarfsanmeldungen kommen. Es werden daher für die Ausbauplanung des Erzeugungs- und Verteilungssystems zunächst einmal die Daten bestimmend sein, die in diesem Sektor eine zeitliche Zusammenballung des Strombedarfs verursachen.

Hierzu sind zu rechnen: Elektromechanisierung noch nicht mechanisierter Prozesse, Substitution anderer Energieträger durch die Elektrizität, Einführung neuer elektrotechnologischer Prozesse, das Aufkommen stromintensiver Industrien (z. B. elektrometallurgische und chemische Industrien), die Elektrifizierung von Bewässerungs- und Verkehrsanlagen usw. Damit sind einige der entscheidenden Breitenfaktoren genannt.

Daneben wird natürlich auch der Verbrauch bereits elektrifizierter, produktiver Abnehmer mit der Ausweitung ihres Produktionsvolumens steigen (Tiefenentfaltung).

Mit einem höheren Entwicklungsgrad verschiebt sich das Breitenwachstum zum Tiefenwachstum. In der Breite nimmt die Haushaltskomponente zu. Strukturwandlungen lassen jedoch den Abschluß der einen wie der anderen Art der Entfaltung nicht absehen.

Erst durch die Erfassung der vorgenannten Größen wird eine angenäherte Bestimmung des tendenziellen zukünftigen Verlaufs möglich sein. Eine solche Bedarfsabschätzung wird sich aber nicht umgehen lassen. Sie ist

1) Vgl. UN: Electric Power in Asia and the Far East ..., a. a. O., S. 5.

vielmehr die notwendige Voraussetzung eines wohlproportionierten Ausbaus der Erzeugungs- und Verteilungsanlagen in zeitlicher und quantitativer Hinsicht. Den einzelnen Methoden zur Bestimmung des Strombedarfs und den Grenzen ihrer Anwendung für die besonderen Verhältnisse der Entwicklungsländer wollen wir uns im folgenden zuwenden.

5. Die Prognosemethoden zur numerischen Quantifizierung der genannten Einflußfaktoren und zur Bestimmung des zukünftigen Bedarfs

Der Wunsch eine dem gesamtwirtschaftlichen Wachstum angemessene Energieversorgung zu gewährleisten, hat in den entwickelten Ländern zu einer Vielzahl von Prognosen geführt.¹⁾ Sie unterscheiden sich nicht nur im sachlichen Ergebnis, sondern auch im statistisch-methodischen Verfahren.

Die Wahl der Prognosemethode ist zwar eine eigenständige Frage, sie steht aber im Grunde doch in starkem Zusammenhang mit den allgemeintheoretischen Wachstumsüberlegungen, wie wir sie vorangehend dargestellt haben. Diese sind bereits Tendenzaussagen, also Prognosen, denen nurmehr die numerische Größenordnung für die zukünftige Entwicklung zugeteilt werden muß. In diesem Abschnitt geht es uns aber nur um das geeignete Verfahren dieser Zuteilung selbst.

Für die einzelnen Prognosemethoden lassen sich je nach der Art der Betrachtungsweise verschiedene Einteilungsmöglichkeiten treffen.

STEINER unterscheidet z. B.:

- "1. Methoden, die sich mit der Gesamtheit eines oder mehrerer Wirtschaftsfaktoren befassen (Makroanalyse, Anm. d. Verf.) und solche, die sich um die Durchdringung der Einzelprobleme bemühen. (Mikro-

1) Über diesen Spezialbereich existieren drei umfangreiche Arbeiten, die sich erschöpfend mit den verschiedenen Prognoseverfahren und -ergebnissen auseinandersetzen.

Vgl. Fischer, B.: a. a. O.

Vgl. Rose, G.: Der westdeutsche Energiebedarf - zur Problematik einer Prognose, Kieler Dissertation 1958.

Vgl. UN: Méthodes employées dans la détermination des prévisions de la consommation d'énergie électrique, Genève 1956.

Deutsche Übersetzung: VDEW: Methoden, die zur Bestimmung des Stromverbrauchs verwandt werden, Frankfurt a. M. 1956.

analyse, Anm. d. Verf.)

2. Formal-mathematische Methoden und solche, die sich der Mathematik nicht oder nur teilweise bedienen.
3. Methoden, die sich vorwiegend auf die energiewirtschaftliche Eigen-
gewinnung stützen und solche, die auf außerenergiewirtschaftlichen
Zusammenhängen aufbauen." ¹⁾

Es ergibt sich, daß die unter 2. genannten Methoden sowohl für die Verfahren unter 1. als auch unter 3. zum Ansatz kommen können. Ähnliches gilt für die Überschneidungen zwischen 3. und 1. Eine klare Systematik ist aber auch hier wichtig, weil nur aus ihr verständlich wird, welcher Weg und warum gerade dieser Weg von uns für die Tendenzabschätzung im konkreten Fall (Ägypten) eingeschlagen wird.

Wir haben daher eine eigene Einteilung getroffen, die von übergeordneten Gliederungsprinzipien zu den untergeordneten vorstößt. Dabei läßt sich von Stufe zu Stufe kritisch Stellung nehmen.

Zunächst bietet sich eine Unterscheidung nach dem Gegenstand der Prognose an:

- A. Abschätzung des Gesamtverbrauchs von Roh- bzw. Endenergie,
- B. Abschätzung des Gesamtverbrauchs einzelner Energieträger.

Für die erste Methode spricht, daß jeder Energieträger - ganz gleichgültig auf welcher Stufe - als Teil des ganzen Energiehaushalts zu sehen ist. Das mag global auch zu guten Ergebnissen führen, jedoch der Schritt auf den zukünftigen Anteil einzelner Energieträger ist mit großen - auch methodischen - Problemen belastet. ²⁾

Daher hat sich bei der Frage nach der Entwicklung einzelner Energieträger ihre gesonderte Bedarfsabschätzung als brauchbar erwiesen. Demnach bleiben für die weitere Betrachtung Methoden, die sich unmittelbar mit der Bedarfsabschätzung der elektrischen Energie befassen, zurück. ³⁾

1) Steiner, H.: Energieprognosen in Theorie und Praxis, in: EW, 58. Jg. (1959), H. 17, S. 586.

2) Vgl. S. 48 f.

3) Eine analoge Anwendung auf andere Energieträger, selbst auf die Gesamtenergiegröße, ist methodisch natürlich gegeben.

Sie sind denkbar in:

- I. mikro-ökonomischer Analyse.
- II. makro-ökonomischer Analyse.

Die erstere sieht, ausgehend vom einzelnen Verbraucher, eine verfeinerte Untersuchung der Einflußfaktoren vor, die qualitativ und quantitativ auf den Bedarf an Nutzenergiearten, -sorten und -qualitäten einwirken. ¹⁾ Vom wissenschaftlichen Standpunkt gebührt einer derartigen Strukturanalyse der Vorzug. Für die praktische Handhabung bleibt sie jedoch in der Nennung der Einflußfaktoren stecken. ²⁾

Für die Überlegungen einer langfristigen Bedarfsabschätzung, die nur die Tendenz aufzeigen sollen, ist das theoretisch unvollkommenere zweifellos das zweckmäßigere Verfahren. Also kristallisiert sich die Makroanalyse mit der Untersuchung ganzer Wirtschaftsbereiche oder der Globalgröße des Verbrauchs heraus. Beschränkt auf einen Zeitpunkt ist ihre Betrachtung 1. statischer Natur. In der Erfassung vergangener Bewegungsverläufe und ihrer Fortführung in die Zukunft wird sie 2. dynamisch. ³⁾ Das ist aber letztlich das Ziel jeder Prognose.

Die Fortführung empirischer Regelmäßigkeiten ist für den Bedarf einzelner Wirtschaftsbereiche ebenso denkbar wie für die Gesamtgröße des Verbrauchs. Demnach wäre zu unterscheiden zwischen:

- a. Sektorenmethode
- b. Globalmethode.

Wenn wir unser bisheriges Einteilungsverfahren überblicken, so ergibt sich, daß jeder untergeordnete Punkt für jeden übergeordneten denkbar ist.

1) Vgl. Mueller, H. F. und Frewer, H.: Das methodische Vorgehen ... a. a. O., S. 5.

Eine eingehende theoretische Darstellung dieser Verfahren findet sich bei Plett.

Vgl. Plett, H.: Ökonometrische Nachfrageuntersuchungen in der Energiewirtschaft, München 1954.

2) Dabei wird die Prognose meist gar nicht angestrebt, sondern die wissenschaftliche Arbeit bewußt auf die Nennung der Einflußfaktoren beschränkt. Vgl. Mueller, H. F.: Entwicklungstendenzen der Energiewirtschaft, in: Praktische Energiekunde, 4. Jg. (1956), H. 2, S. 122.

3) Vgl. Schneider, E.: Einführung in die Wirtschaftstheorie, Teil II, 5. verb. Auflage, Tübingen 1958, S. 264.

Sowohl für die Bedarfsabschätzung einzelner Bereiche als auch die Vorhersage der Gesamtverbrauchsentwicklung sind bestimmte Verfahren nötig mittels derer eine Verlängerung der empirischen Daten in die Zukunft vorgenommen werden kann. Damit kommen wir zu den eigentlichen statistischen Prognosemethoden im engeren Sinn.

Sie sind sowohl für die eigenständige Verlängerung des elektrizitätswirtschaftlichen Trends als auch für die Verbindung der elektrizitätswirtschaftlichen Daten mit irgendwelchen sie "verursachenden" Größen denkbar. Als solche werden meist das Volkseinkommen, der Industrieproduktionsindex und die Bevölkerung herangezogen. Während im ersten Falle der Stromverbrauch als Funktion der Zeit behandelt wird, wird er im zweiten Falle als eine von diesen Größen abhängig Variable betrachtet.

Die jeweils zum Ansatz kommenden statistischen Verfahren sind mehr oder weniger "mathematischer Natur", womit gesagt werden soll, daß es immer eines gewissen Maßes an Rechenaufwand bedarf und eine Einteilung in mathematische und nichtmathematische Prognosemethoden an sich verfehlt ist. Sehen wir uns diese statistischen Möglichkeiten kurz an.

α. Stromverbrauch als Funktion der Zeit

Als einfaches Verfahren gilt die Extrapolation, die die bisherige Reihe über den Endpunkt hinaus verlängert.¹⁾ Hier wird der grundsätzlichen Erscheinung des elektrizitätswirtschaftlichen Wachstums entsprochen, indem die geometrische Extrapolation nach der bekannten Zinseszins-Formel verwendet wird.²⁾ Eine Variation liegt vor, wenn zunächst aus der Reihe der Ursprungswerte mittels der Methode der gleitenden Durchschnitte eine von gewissen Schwankungen eliminierte Ersatzreihe errechnet und deren Werte extrapoliert werden. Ähnliche Ergebnisse lassen sich auch zeichnerisch durch eine Verlängerung der Kurve erzielen.

Schon schwieriger gestaltet sich die Berechnung des Trends nach der Methode der kleinsten Quadrate, der in seiner linearen Funktion

1) Vgl. Baranow, L. v.: a. a. O., S. 64.

2) Aus der durchschnittlichen Zuwachsrate in %, der Ausgangsgröße der Stromerzeugung und der Anzahl der Jahre läßt sich dann im Jahre x die erwartete Stromverbrauchsgröße errechnen.

bekanntlich das geometrische Wachstum der Stromerzeugung nicht erfassen kann. Wie geschildert, kommen daher nur einfache oder hintereinandergesetzte logarithmische Trends in Frage. ¹⁾ Hier wird der rechnerische Aufwand schon sehr umfangreich.

Abarten sind mit dem Korridorverfahren ²⁾, d. h. also der Bestimmung oberer und unterer Grenzen der Entwicklung und dem ähnlichen "Pferdeschwanzverfahren" ³⁾ gegeben. Letzteres löst die Entwicklungslinie zeichnerisch oder rechnerisch in Einzelkurven auf, innerhalb derer sich der mutmaßliche Verlauf vollziehen wird.

B. Stromverbrauch als Funktion verursachender Größen

Es wird zunächst der korrelative Zusammenhang mit irgendwelchen gesamtwirtschaftlichen Daten, meist dem Sozialprodukt oder dem Industrieproduktionsindex, bestimmt. Besteht ein hoher Grad der Korrelation (nahe 1), so wird auf einen kausalen oder funktionalen Zusammenhang der beiden Merkmalsreihen geschlossen. ⁴⁾ Damit ist jedoch nur der erste Schritt getan. Mittels Regressionsgleichungen ⁵⁾ oder Elastizitätskoeffizienten ⁶⁾ wird der vergangene Zusammenhang zum Ausdruck gebracht und seine zukünftige Konstanz unterstellt. Es bedarf dann "nur" der Abschätzung

1) Vgl. S. 66 f.

2) Vgl. Weißert, F.: Theoretische Grundlagen des Korridorverfahrens, in: EW, 50. Jh. (1951), H. 10, S. 276 ff. und 51. Jg. (1952), H. 10, S. 225 ff.

3) Vgl. Circulaire Périodique der UNIPEDE, 26. Jg. (1952), Nr. 19, 2e Trim., S. 12 f.

4) Vgl. Wessels, Th.: Die voraussichtliche Entwicklung des Energiebedarfs ..., a. a. O., S. 17.

5) Die Regressionsgleichungen sind im Prinzip Trendgleichungen, wo an die Stelle der Zeitwerte die Werte der unabhängig Variablen, also des Sozialprodukts oder des Industrieproduktionsindex rücken. Sie lassen sich ebenso linear wie geometrisch berechnen. Vgl. Linder, A.: Statistische Methoden, 2. Auflage, Basel - Stuttgart 1957, S. 183 ff.

6) Hierunter wird der langfristig ermittelte Durchschnittswert der Relation $\frac{\text{Zuwachs des Stromverbrauchs in \%}}{\text{Zuwachs des Sozialprodukts in \%}}$ verstanden, der methodisch mit dem Elastizitätskoeffizienten der reinen Wirtschaftstheorie identisch ist. Bei einer angenommenen Steigerung des Sozialprodukts um x % wird dann der Stromverbrauch - bei weiterer Konstanz der Elastizität - um y % steigen. Vgl. Wessels, Th.: Die voraussichtliche Entwicklung des Energiebedarfs ..., a. a. O., S. 19.

der unabhängig Variablen für das Prognosejahr.

Auf Grund der aus den Werten der Vergangenheit errechneten Regressionsgleichung $y = a + bx$ läßt sich dann mit dem geschätzten Sozialproduktwert x der Ausgangsgröße des Stromverbrauchs a und der Regressionskonstanten b der Stromverbrauch y im Prognosejahr vorhersagen.

Ähnliches gilt für den empirisch ermittelten Elastizitätskoeffizienten. Mit ihm kann bei einer unterstellten Steigerung des Sozialprodukts um x % eine Steigerung des Stromverbrauchs um y % gefolgert werden. Derartige Verfahren erfreuen sich gerade neuerdings großer Beliebtheit.¹ Eine Möglichkeit bietet sich auch noch mit der mutmaßlichen Verbrauchsentwicklung je Kopf und der Abschätzung des Bevölkerungswachstums an. Das Produkt beider Schätzungen ergibt dann den zukünftigen Strombedarf.

In jedem dieser Fälle hängt die "richtige" Abschätzung des Stromverbrauchs zunächst einmal von der "richtigen" Prognose der unabhängig Variablen ab. Außerdem darf sich in dem empirisch festgestellten Zusammenhang der beiden Größen in der Zukunft nichts ändern.

In der Inventur der verschiedenen Prognoseverfahren fehlt uns noch ein sehr wichtiger Aspekt: die Fristigkeit. Auf sie hat insbesondere STEIN hingewiesen³⁾ und auch die Arbeit der UN⁴⁾ unterscheidet:

- die Kurzfristprognose über 2 bis 3 Jahre (was der mittleren Bau-
dauer eines Kraftwerkes entspricht),
- die Mittelfristprognose über 5 bis 10 Jahre,
- die Langfristprognose über 10 bis 50 Jahre.

Bei der Wachstumsproblematik der Entwicklungsländer geht es um den langfristigen Ausbau der Energieversorgung. Jede derartige Abschätzung

1) Vgl. Leibert, B.: Beitrag zum Problem der Energieprognose, in: Weltwirtschaftliches Archiv, Bd. 84 (1960), H. 2, S. 191 ff.

2) Vgl. Steiner, H.: Tendenzen der Stromverbrauchsentwicklung, a. a. O. H. 15/16, S. 458.

Vgl. Logan, E. A.: a. a. O., S. 27 f.

3) Vgl. Steiner, H.: Tendenzen der Stromverbrauchsentwicklung, a. a. O. H. 11, S. 283 ff.

4) Vgl. UN: Méthodes employées ..., a. a. O., S. 2 f.
Die dort getroffene Einteilung der europäischen und amerikanischen Prognosen wird im Anhang gezeigt. Vgl. S. V ff.

kann aber nur eine tendenzielle Aufzeichnung des zukünftigen Verlaufs sein. Auch die numerische Quantifizierung des zukünftigen Strombedarfs im konkreten Fall (Ägypten) kann und soll nicht mehr als ein Trend sein. Die wirkliche Entwicklung wird oft eine beträchtliche Schwankungsbreite um die Werte der Prognose haben. Dadurch wird aber ihre Gültigkeit nicht ohne weiteres erschüttert. "Eine Tendenzlinie ist eben kein Naturgesetz, sondern eine Wahrscheinlichkeitsaussage, die mit einem durch nichts aus der Welt zu schaffenden Unsicherheitsfaktor behaftet ist." ¹⁾ "Für die Schätzungen der Verbrauchstendenzen auf lange Sicht gibt es keine Rechenschaft, und es ist unmöglich die Wahrscheinlichkeiten aller möglichen Verbrauchswerte genau zu erfassen." ²⁾

Einer solchen in ihrer Aussagefähigkeit von vorneherein beschränkten Bedarfsabschätzung wird auch durch komplizierte mathematische Methoden keine größere Genauigkeit - eher eine größere Scheingenauigkeit - verliehen. ³⁾ Sicher können für Vergangenheit und Gegenwart funktionale Zusammenhänge zwischen Stromverbrauch und bestimmten anderen Entwicklungsgrößen festgestellt werden. Im zeitlichen Bereich gewisser Trägheitsspannen, die wirtschaftliche Erscheinungen brauchen, um ihre bisherige Richtung zu ändern, mögen derartige Funktionalzusammenhänge auch durchaus brauchbar sein. Für langfristige Voraussagen erscheinen jedoch ihre in korrekte mathematische Formeln gekleidete Aussagen sehr zweifelhaft. Denn einmal können die langfristig für die Vergangenheit festgestellten regressiven Zusammenhänge oder Elastizitäten in größeren, durch wirtschaftliche Strukturwandlungen gekennzeichneten Zeiträumen nicht als konstant angenommen werden; zum anderen wird durch die Prognose der verursachenden Größe eine weitere Unbekannte in das Verfahren hineingetragen.

Diese Unsicherheit wird noch dadurch verstärkt, daß gerade in Entwicklungsländern Sozialprodukt und Industrieproduktionsindex (wenn gegeben) bereits für die Vergangenheit mit großen statistischen Mängeln belastet sind. Daneben treten Unregelmäßigkeiten und Diskontinuitäten auf, deren Eliminierung in einer Funktion eine leere mathematische Abstraktion bedeuten würde.

1) Steiner, H.: Energieprognosen ..., a. a. O., S. 586.

2) Ailleret, P.: Zukunftsprognosen, in: Bull.S.E.V., Bd. 46 (1955), Nr. 13, S. 619.

3) Vgl. Steiner, H.: Energieprognosen ..., a. a. O., S. 586.

Alles in allem läßt uns das zu der Feststellung kommen, daß im Falle der Entwicklungsländer hochgezüchtete Methoden nicht nur rein zufällig sondern auch grundsätzlich nicht zu zuverlässigeren Ergebnissen führen können, als verhältnismäßig einfache Gedankengänge, wenn sie nur richtig angesetzt sind. In diesem Sinne wird das Verfahren liegen, das wir für die langfristige Abschätzung der elektrizitätswirtschaftlichen Entwicklung Ägyptens ansetzen.

Ein intensives Studium des gegenwärtigen Stands im gesamt- und elektrizitätswirtschaftlichen Bereich ¹⁾, die Kennzeichnung der grundsätzlichen Entwicklungsrichtung in der ägyptischen Wirtschaft sowie die Herausarbeitung der im Rahmen dieses Prozesses besonders schwergewichtigen Einflußfaktoren werden die ersten Voraussetzungen für die Strombedarfsprognose sein.

In Verbindung mit den generellen Ergebnissen über die Wachstumstendenzen der elektrischen Energie in den Anfangsphasen einer Elektrifizierung können wir so zu einer angenäherten Bestimmung der langfristigen Strombedarfsentwicklung, eben zur Ermittlung eines elektrizitätswirtschaftlichen Trends kommen. Dafür genügen uns aber einfache rechnerische Verfahren, wie die Verwendung bestimmter prozentualer Zuwachsraten.

Wenn wir diesen von uns gewählten Weg mit den oben genannten Einteilungsprinzipien vergleichen, so ergibt sich, daß wir einen besonderen Energieträger (B) in makro-ökonomischer Analyse (II) und dynamischer Betrachtungsweise (2) global abschätzen (b). Als statistisches Verfahren wird die einfache jährliche Zuwachsrate verwendet, die dem geometrischen Charakter des Stromverlaufs entspricht (geometrische Extrapolation). Durch die Berücksichtigung des geplanten gesamtwirtschaftlichen Wachstums und seiner besonderen Einflußfaktoren erfolgt ebenfalls eine Verbindung zu den verursachenden Größen; aber es geschieht in einem konkreteren Maße, als dies mit der Ermittlung von Funktionalbeziehungen für eine Vergangenheit möglich wäre, in der das Zusammenwirken von allgemeinem Wirtschaftswachstum und Stromverbrauch noch gar nicht voll wirksam wurde.

1) Für den elektrizitätswirtschaftlichen Sektor erfolgte das in Kapitel I für den gesamtwirtschaftlichen Bereich wird es in seinen Grunderscheidungen im folgenden kurz dargestellt.

2) Vgl. S. 77 ff.

III. DIE ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNG DER ELEKTRIZITÄTSWIRTSCHAFT IN DER VEREINIGTEN ARABISCHEN REPUBLIK / ÄGYPTISCHE REGION

1. Die langfristige tendenzielle Bedarfsentwicklung

Der eigentlichen Überlegung über die elektrizitätswirtschaftliche Entwicklung hat die Kennzeichnung des Stands und der angestrebten Entwicklungsrichtung der ägyptischen Gesamtwirtschaft vorauszugehen. Das kann an dieser Stelle nicht im einzelnen erfolgen. ¹⁾ Mit einer groben Skizze wollen wir bestimmte gesamtwirtschaftliche Entwicklungsziele in ihrer Rückwirkung auf den Strombedarf erarbeiten. Gleichzeitig werden bestimmte schwergewichtige Einflußfaktoren aus der besonderen Struktur und Strukturwandlung der ägyptischen Wirtschaft verständlich. Die Kennzeichnung standortmäßiger Gegebenheiten lassen das Verteilungsproblem der elektrischen Energie anschaulich werden.

a. Stand und allgemeine Entwicklungsrichtung in der ägyptischen Wirtschaft

Das gegenwärtige Entwicklungsstadium ist gekennzeichnet durch eine dominierende Rolle der Landwirtschaft. Gleichzeitig steht jedoch die landwirtschaftliche Produktionssteigerung im Zeichen eines sich ständig verschärfenden Wettlaufes zwischen Bevölkerungsvermehrung und Steigerung der landwirtschaftlichen Nutzfläche. ²⁾ Sicherlich konnte durch den Übergang zu einer perennierenden, d. h. ganzjährigen Bewässerung und die dadurch ermöglichten zwei oder mehr Ernten von derselben Fläche die Erntefläche von 2,5 Mio. ha auf 4,2 Mio. ha ausgedehnt werden. ³⁾ Jedoch bedeutet das bei einer mit 2,4 % p. a. wachsenden Bevölkerung auf die Dauer keine gesicherte Nahrungsmittelversorgung.

1) Eine derartige Detailschilderung findet sich bei Billerbeck. Vgl. Billerbeck, K.: Struktur und Entwicklung der ägyptischen Wirtschaft, a. a. O.

Bezüglich der Entwicklungslinien im industriellen Bereich vgl. Ministry of Industry: Industry after the Revolution and the Five Year Plan, Kairo 1957.

2) Die Bevölkerung stieg von 1880 bis 1954 um 243 %, während die landwirtschaftliche Nutzfläche nur um 25 %, die Erntefläche um 71 % zunahm. Vgl. Billerbeck, K.: a. a. O., S. 16.

3) Vgl. ebenda, S. 12.

Trotzdem ist und bleibt, zumindest in einem überschaubaren Zeitraum, die Landwirtschaft für Ägypten der entscheidende Schwerpunkt. Mehr als die Hälfte der wirtschaftlich tätigen Bevölkerung ist hier beschäftigt. ¹⁾ Mit 36 bis 40 % am Netto-Inlandsprodukt bestimmt sie entscheidend die volkswirtschaftliche Wertschöpfung. ²⁾ Weiterhin kommt aus der Agrarwirtschaft mit der Baumwolle das wichtigste Exportgut. Sie bringt mit gewissen Schwankungen 80 bis 90 % der lebensnotwendigen Devisen ein. ³⁾ Zudem machen agrarische Rohstoffe überwiegend die Basis der industriellen Verarbeitung aus.

Eine Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion ist für Ägypten unumgänglich. Sie ist aber nur mit Ausdehnung der landwirtschaftlichen Nutz- bzw. Erntefläche in Verbindung mit einer weiteren intensiven Nutzung des Bodens möglich.

Das erste Problem ist eine Frage der genügenden Bewässerung und nur über die völlige wasserwirtschaftliche Ausnutzung des Nils zu lösen. Im Vordergrund dieser Bemühungen steht das Großprojekt Sadd el Ali. ⁴⁾ Daneben treten die Entwässerung von Seen und Sümpfen sowie Brunnenbohrungen in weiten Bereichen des Landes.

Im ganzen ist eine Steigerung der Nutzfläche um 1,2 Mio. ha auf 3,7 Mio. ha vorgesehen. Durch den weiteren Übergang von der Bassin- auf die perennierende Bewässerung soll die Erntefläche auf 5,6 Mio. ha

1) Vgl. UN: The Development of Manufacturing Industry ..., a. a. O., S. 90, Table I.

2) Vgl. ebenda, S. 13, Table 7.

Vgl. auch UN: Statistical Yearbook 1959, a. a. O., S. 54.

Hier werden als neueste Zahlen nurmehr 33 % für 1956 genannt.

3) Vgl. Merkblätter für den deutschen Außenhandel, Ägypten, hrsg. von der Bundesstelle für Außenhandelsinformationen, Köln 1957, S. 13.

Vgl. auch Bullard, R.: The Middle East, A Political and Economic Survey London - New York - Toronto 1958, S. 230.

Die neueste Zahl für 1958 zeigt nur einen Exportanteil der Baumwolle von 67 %.

Vgl. Bank of Egypt: Economic Bulletin, Vol. XII (1959), S. 136.

4) Das Projekt soll an dieser Stelle nur genannt werden, da sich eine getrennte Behandlung der wasser- und energiewirtschaftlichen Fragen empfiehlt.

bis 1975 vermehrt werden. ¹⁾ Der Beitrag des Sadd el Ali mit allein 840.000 ha neuer Ackerfläche und zusätzlicher 300.000 ha durch eine ganzjährige Bewässerung ist dominierend.

All diese Projekte stehen und fallen mit dem Bau geeigneter Be- und Entwässerungsanlagen, d. h. also geeigneter Zu- und Ableitungskanäle, Pumpstationen usw.

Das zweite Problem - die intensive Mehrfachnutzung des Landes - ist nur da zu lösen, wo der Boden ausgiebig mit Nährstoffen versorgt wird. Aus Mangel an organischen Düngemitteln sind mineralische unumgänglich. Dabei muß derzeit der für die ägyptischen Bodenverhältnisse so wichtige Stickstoffdüngemittelbedarf größtenteils importiert werden. ²⁾ Diese Situation läßt die diesbezüglichen Anstrengungen auf eine Eigenversorgung verständlich erscheinen. ³⁾

Trotz dieser Ausbaupläne scheint die ägyptische Landwirtschaft bestenfalls in der Lage zu sein, den gegenwärtigen Status aufrechtzuerhalten. Eine Überschußwirtschaftung der Landwirtschaft zur Finanzierung des industriellen Aufbaus ist - abgesehen von den Deviseneinnahmen durch die Baumwolle - wegen der "Übevölkerung" in diesem Bereich auch in der Zukunft sehr unwahrscheinlich.

So ist es zu verstehen, daß sich Ägypten um eine parallele Entwicklung

1) Dabei bleiben die neuesten Pläne des sogenannten "New Valley-Projekts", das im Oasengürtel der westlichen Wüste weitere 2 Mio. ha Nutzfläche bringen soll, noch unberücksichtigt. Im ganzen dürfte dieses Projekt nicht vor 1975 spruchreif werden, da die Studien über den tatsächlichen Umfang der vermuteten unterirdischen Wasserader noch völlig ungenügend sind.

Vgl. Michaelis, A.: Wirtschaftliche Entwicklungsprobleme des Mittleren Ostens, Kiel 1960, S. 95.

Vgl. auch S. 128 f. und S. 135 f.

2) Mit steigender Nutzfläche wird der gegenwärtige Reinstickstoffbedarf von 25.000 to N auf 160.000 to N steigen müssen, wenn der spezifische, noch nicht einmal optimale Verbrauch von 60 kg je ha Nutzfläche beibehalten werden soll.

Vgl. Billerbeck, K.: a. a. O., S. 28.

3) Vgl. die Ausbaupläne der chemischen Industrie, die wir an anderer Stelle der Arbeit behandeln werden, vgl. S. 102.

seiner Industrie ¹⁾ bemüht. Sie soll durch den Abzug überschüssiger agrarischer Arbeitskräfte zu einer Erhöhung der Arbeitsproduktivität in der Landwirtschaft führen.

Eine in diese Richtung zielende Entwicklung zeigt sich darin, daß der Anteil der verarbeitenden und der Grundstoffindustrien am Netto-Inlandsprodukt ständig leicht gestiegen ist. Betrug er 1939 noch 8 %, 1950 erst 9 %, so war er 1954 bereits auf 12 % angewachsen. ²⁾ Er dürfte gegenwärtig (1958) bei 15 % liegen. Vergleichsweise liegen die entsprechenden Werte der USA bei 30 %, der Bundesrepublik bei 47 %. ³⁾

Der gesamte industrielle Aufbau steht im Zeichen der großen Zielsetzung der Verdoppelung des Volkseinkommens je Kopf bis 1976. Da die Landwirtschaft bestenfalls eine Aufrechterhaltung des gegenwärtigen Je-Kopf-Einkommens von 38 bis 40 LE bis 1976 erwarten läßt, wird also der wesentliche Teil dieser spezifischen Steigerung auf 77 LE - bei einer im Jahre 1976 unterstellten Bevölkerung von 32 Mio. und einem absoluten Volkseinkommen von 2.470 Mio. LE - auf das Konto der industriellen Entwicklung zu buchen sein. ⁴⁾ Das Ministry of Industry rechnet daher bereits Ende 1961 mit einem Anteil der Grundstoff- und verarbeitenden Industrie von ca. 19 % am gesamten Volkseinkommen. ⁵⁾

Aus diesen wenigen Daten wird ersichtlich, daß der Stand der ägyptischen Industrialisierung bereits eine gewisse Breite erreicht hat,

1) Nach ägyptischer Statistik und Gesetzgebung ist in dem Begriff der "Industrie" auch das Handwerk mit eingeschlossen.

Vgl. Merkblätter des deutschen Außenhandels, Ägypten, a. a. O., S. 7.

2) Vgl. UN: The Development of Manufacturing Industry ..., a. a. O., S. 13, Table 7.

Die Werte verstehen sich einschließlich der Energiewirtschaft.

3) Vgl. UN: Statistical Yearbook 1959, a. a. O., Table 168.

hier wird allerdings der Anteil am Gross Domestic Product zum Ausdruck gebracht.

Aus dieser Quelle läßt sich entnehmen, daß sich in Ägypten auch der dritte Sektor (Transport, Baugewerbe, Handel, Staat) von 44 % (1934) auf 52 % (1954) und 56 % (1956) erhöht hat. Der Anteil des Staates ist mit 16 % relativ unbedeutend.

4) Vgl. Ministry of Industry: Industry after the Revolution ..., a. a. O., S. 97.

5) Vgl. ebenda, S. 101.

die auch theoretisch Züge einer höheren Entwicklungsstufe zeigt. Es besteht nicht nur eine genügende Eigenversorgung in einigen Sektoren der Massenverbrauchsgüter, sondern es lassen sich auch Ansätze zu einer Investitionsgüterindustrie absehen. Diese Aussage wird sich verdeutlichen, wenn wir in gedrängter Form die gegebene Struktur der wichtigsten Industriezweige sowie deren geplante Veränderung im zukünftigen Entwicklungsprozess aufzeigen.

Gehen wir dabei von der Grundstoffindustrie aus. Die wirtschaftlich wichtigen Rohstoffe sind das Erdöl, das Phosphat, das Mangan- und Eisenerz. Ihre Fundstätten liegen größtenteils am Roten Meer (Erdöl, Phosphat), aber auch auf der Sinai-Halbinsel und in der westlichen Wüste (Erdöl, Mangan). Das Eisenerz ¹⁾ wird im Raume Assuan gefördert.

Da die Kohle fehlt ²⁾, kommt dem Erdöl im Hinblick auf die Energieversorgung große Bedeutung zu. ³⁾ Seit der Ausbeutung der ersten Ölfelder im Jahre 1914 mit ca. 0,094 Mio. to konnte die Rohölförderung laufend erhöht werden und erreichte schon 1940 ein Volumen von 0,925 Mio. to, 1950 von 2,286 Mio. to und 1958 von 3,172 Mio. to. ⁴⁾ Trotzdem mußten 1958 noch weitere 1,877 Mio. to importiert werden. Das entspricht 60 % der Inlandsförderung oder 5 % des wertmäßigen Imports. ⁵⁾ Dabei ist in dem hohen Anteil des Rohölimports schon durch-

1) Vgl. Billerbeck, K.: a. a. O., S. 82.

2) Heute wird allerdings bereits von Kohlevorkommen in der Oase Kharg und auf der Sinai-Halbinsel gesprochen. Es besteht jedoch keine genaue Vorstellung über den Umfang dieser Funde.
Vgl. Michaelis, A.: Wirtschaftliche Entwicklungsprobleme ..., a. a. O., S. 35.

3) Gemessen an der Förderkapazität anderer Nahost-Länder ist die Rohölförderung Ägyptens gering. Saudi-Arabien mit 50,1 Mio. to und Kuwait mit 70,2 Mio. to liegen 1958 beträchtlich darüber.
Vgl. UN: Statistical Yearbook 1959, a. a. O., Table 43.

4) Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. III, a. a. O., Plate I/1.

Vgl. Bank of Egypt: Economic Bulletin, Vol. XII (1959), S. 115.

5) Vgl. ebenda, S. 135.

aus ein Aktivum zu sehen. Durch die Kapazitätsausweitung der beiden großen Raffinerien bei Suez auf jährlich 3,5 Mio. to Rohöl und das Hinzutreten einer dritten Raffinerie in Alexandrien mit derzeit noch 200.000 to konnte bereits ein Großteil der hochwertigen Mineralöl-erzeugnisse in Ägypten selbst raffiniert werden. ¹⁾

Zukünftig wird durch die vorgesehene Steigerung der Rohölförderung auf der einen Seite und durch die Erweiterung der Raffineriekapazität auf der anderen Seite in absehbarer Zeit eine völlige Selbstversorgung erhofft. Durch die Ausnutzung der Ölfelder in der westlichen Wüste wird eine Rohölförderung von 5 Mio. to erwartet. Die Kapazität der Raffinerien soll durch den Ausbau in Alexandrien auf 500.000 to und durch die Errichtung eines vierten Werks bei Kairo mit 2 Mio. to ²⁾ auf eine Gesamtkapazität von 6 Mio. to jährlich ansteigen.

Das Volumen der Phosphatförderung betrug 1958 ca. 560.000 to, soll aber schon bis 1961 auf 750.000 to erhöht werden. Bei einem für die Zwecke der Düngemittelindustrie benötigten Eigenbedarf von 150.000 to stehen große Mengen für den Export zur Verfügung. ³⁾

Eine ähnliche, nahezu exportorientierte Stellung nimmt der Manganabbau ein, dessen durchschnittliche Produktion in den letzten Jahren bei 195.000 to lag. Sie soll bis 1961 auf 440.000 to gesteigert werden

Das Ausmaß der Eisenerzvorkommen bei Assuan wird auf 400 Mio. to geschätzt, zu denen noch etwa 30 Mio. to bei Kosseir hinzuzurechnen sind. Die derzeitige (1958) Jahresproduktion von 200.000 to soll schon

1) Vgl. Ministry of Industry: Industry after the Revolution ..., a. a. O., S. 26 und S. 157.

Immerhin machte die Einfuhr von Erdölerzeugnissen, insbesondere von Heiz- und Dieselöl 1958 noch immer 7 % am Gesamtimport aus.
Vgl. Bank of Egypt: Economic Bulletin, Vol. XII (1959), S. 135.

2) Vgl. Ministry of Industry: Industry after the Revolution ..., a. a. O., S. 26.

3) Vgl. Bank of Egypt: Economic Bulletin, Vol. XII (1959), S. 209 und S. 216.

Vgl. Ministry of Industry: Industry after the Revolution ..., a. a. O., S. 302.

4) Vgl. ebenda, S. 304.

1960/61 auf 600.000 to ausgeweitet werden. ¹⁾

Bei der verarbeitenden Industrie liegen die Schwerpunkte - neben der Nahrungs- und Genußmittelindustrie mit einem vielfältigen Fertigungsprogramm ²⁾ - derzeit noch bei der Textil-, chemischen und Zementindustrie. Jedoch sind schon Tendenzen zu einer gewichtigen Beteiligung der Hütten- und metallverarbeitenden Industrie abzusehen.

Für die Textilindustrie sind geradezu typische Entwicklungsstadien zu beobachten. Zunächst stand der Ausfuhr der Rohbaumwolle die Einfuhr an Textilien gegenüber. Später wurde bei gleichzeitigem Rohbaumwollexport ein Großteil des binnlandischen Textilkonsums durch eigene Verarbeitung gedeckt. ³⁾ Heute findet sich bereits ein beschränkter Abnehmerkreis für Textilprodukte im Ausland. ⁴⁾

Die geplante Ausweitung der Garnproduktion von gegenwärtig 94.000 to (1958) auf über 100.000 to, bei einer weiteren Steigerung des Exports, wird sich nur mit einer Wandlung im Produktionsprogramm, d. h. durch einen Übergang zu feineren Qualitäten erreichen lassen. ⁵⁾

Die Webereien sind schon seit einiger Zeit von einer Mechanisierungswelle erfaßt, die den noch relativ hohen Anteil an Handwebstühlen bis 1961 völlig abbauen soll. Verbunden mit der Errichtung neuer Webereien wird eine Steigerung des Produktionsvolumens von derzeit 510 Mio. m

1) Vgl. Der Volkswirt, 9. Jg. (1955), Nr. 46, S. 18.

Vgl. Bank of Egypt; Economic Bulletin, Vol. XII (1959), S. 216.

Vgl. Ministry of Industry: Industry after the Revolution ..., a. a. O., S. 300.

2) In diesem Bereich sind bereits gewisse Importsubstitutionen im Gange, zum Teil werden sogar Exporte getätigt (Zucker). Trotzdem machte 1958 der Import von Nahrungsmitteln noch 21 % des wertmäßigen Gesamtimports aus.

Vgl. Bank of Egypt; Economic Bulletin, Vol. XII (1959), S. 135.

3) Der wertmäßige Anteil von Textilerzeugnissen am Gesamtimport betrug 1930 noch 26 %, 1958 jedoch nurmehr 2 %.

Vgl. Bank of Egypt; Economic Bulletin, Vol. IX (1956), S. 9 und Vol. XII (1959), S. 125.

4) Die Ausfuhr an Textilprodukten nach Saudi-Arabien, dem Sudan und Lybien betrug 1958 8 % des wertmäßigen Exports.

Vgl. Bank of Egypt; Economic Bulletin, Vol. XII (1959), S. 136.

5) Vgl. ebenda, S. 216.

Vgl. Ministry of Industry: Industry after the Revolution ..., a. a. O., S. 291 ff.

(1958) auf 700 Mio. m Ende 1961 erwartet. ¹⁾

Das Fertigungsprogramm der chemischen Industrie wird durch die zentralen landwirtschaftlichen Anliegen bestimmt. Während bei den Superphosphatdüngemitteln der Binnenverbrauch völlig gedeckt werden kann ²⁾, besteht bei den Stickstoffdüngemitteln ein sehr hoher Importbedarf. Das bisher einzige Stickstoffwerk bei Suez produzierte 1958 221.000 to, während gleichzeitig 715.000 to eingeführt werden mußten. Das entspricht dem 3,4fachen der Inlandsproduktion und etwa 6 % der wertmäßigen Gesamteinfuhr. ³⁾ Hier liegt die große Bedeutung der Düngemittelindustrie bei Assuan, die zunächst 370.000 to, später 600.000 to jährlich erzeugen soll. ⁴⁾

Auf der Technik der Ammoniaksynthese, d. h. also aus Elektrizität, Wasser und Luft wird der für die ägyptischen Bodenverhältnisse so wichtige Ammonsalpeter gewonnen. Mit einer zusätzlichen Kapazität von 100.000 to in Suez kann zumindest dem gegenwärtigen Inlandsbedarf entsprochen werden. Neben die Herstellung von Düngemitteln wird im zukünftigen Entwicklungsprozess die Erzeugung von Ätzsoda, Petroleumprodukten, medizinischen und pharmazeutischen Artikeln, Schädlingsbekämpfungsmitteln, schwerem Wasser usw. insbesondere im Raume Assuan treten. ⁵⁾

Der weitere Ausbau der metallverarbeitenden Industrie ⁶⁾ ließ den Bedarf an Eisen- und Stahlprodukten in den letzten Jahren laufend an-

1) Vgl. Billerbeck, K.: a. a. O., S. 105.

2) Die Superphosphatproduktion betrug 1958 179.000 to, während der binnländische Durchschnittsverbrauch in den letzten Jahren nur bei 125.000 to lag.

Vgl. Bank of Egypt: Economic Bulletin, Vol. XII (1959), S. 216.

Vgl. Ministry of Industry: Industry after the Revolution ..., a. a. O., S. 281.

3) Vgl. Bank of Egypt: Economic Bulletin, Vol. XII (1959), S. 216 und S. 135.

4) Vgl. Koshairy, M. A. B. El und Nabih, M. K.: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., S. 11.

Vgl. auch Billerbeck, K.: a. a. O., S. 139.

5) Vgl. Ministry of Industry: Industry after the Revolution ..., a. a. O., S. 274 ff.

6) Hierzu gehört insbesondere die Fertigung landwirtschaftlicher Geräte, kleinerer Fahrzeuge und Schiffe, Spinn- und Webmaschinen, elektrotechnischer Erzeugnisse usw.

Vgl. Ministry of Industry: Industry after the Revolution ..., a. a. O., S. 29 und S. 243 ff.

wachsen. Er lag 1958 bereits bei 340.000 to, wovon 158.000 to importiert werden mußten. ¹⁾

Durch das bei Heluan errichtete Stahlwerk zeichnet sich eine entscheidende Wende ab. Seine Kapazität wird mit 265.000 to Roheisen, d. h. 200.000 to Stahl angegeben. Bis 1961 sollen jedoch schon 600.000 to Roheisen erzeugt werden, was den gegenwärtigen Inlandsbedarf an Eisen- und Stahlprodukten völlig decken würde. ²⁾

Das Produktionsvolumen der Zementindustrie lag 1958 bei 1,5 Mio. to. Die starke Bautätigkeit in den Städten ließ jedoch keinen Zementexport mehr zu. ³⁾

Nach dieser strukturellen Skizze wollen wir einen Blick auf den Standort der Industrie werfen.

Der rohstoffgebundene Standort der Grundstoffindustrie wurde bereits gekennzeichnet. ⁴⁾

Das Zentrum der verarbeitenden Industrie liegt in den beiden Großstädten Kairo und Alexandrien, wo allein über 50 % aller in diesem Bereich Beschäftigten tätig sind. ⁵⁾ Einmal besteht hier bereits das notwendige "framework" und zum anderen ist mit diesen Standorten auch eine Absatzorientierung verbunden.

Daneben wirken sich jedoch auch andere Standortfaktoren aus, wie die Rohstofforientierung der Textilindustrie nach dem Baumwollanbaugebiet um Mehalla el Khobra, der Zuckerindustrie im Zuckeranbaugebiet Oberägyptens und der Zementindustrie bei den Kalksteinlagern von Heluan und Tura.

Die Erdölraffinerien bei Suez sind transportorientiert, jedoch ist mit dem Bau von Pipelines eine Verlagerung zu den Verbrauchsschwerpunkten nach Kairo und Alexandrien beabsichtigt. ⁶⁾

1) Das entspricht 6 % des wertmäßigen Imports.

Vgl. Bank of Egypt: Economic Bulletin, Vol. XII (1959), S. 216 und S. 135.

2) Vgl. Ministry of Industry: Industry after the Revolution ..., a. a. O., S. 33 und S. 299.

3) Vgl. Bank of Egypt: Economic Bulletin, Vol. XII (1959), S. 216.

4) Vgl. S. 99.

5) Vgl. UN: The Development of Manufacturing Industry ..., a. a. O., S. 59.

Vgl. auch Bank of Egypt: Economic Bulletin, Vol. X (1957), S. 340.

6) Vgl. S. 100

Durch den Ausbau des Verkehrsnetzes wird eine Erschließung des mittel- und oberägyptischen Raums angestrebt. Das Eisen- und Stahlwerk wurde in der Nähe des Zentrums der metallverarbeitenden Industrie bei Helwan errichtet. Der Aufbau der chemischen Industrie im Raume Assuan erfolgte aus energiewirtschaftlichen Gesichtspunkten. (Die landwirtschaftlichen Verbraucher im Raume Assuan-Nag Hammadi fallen gegenüber dem energiewirtschaftlichen Gesichtspunkt nicht ins Gewicht.)

Wird die skizzierte Entwicklung im Lichte einzelner Wachstumsdeterminanten ¹⁾ gesehen, so ergibt sich, daß eine zunehmende Industrialisierung für Ägypten zwangsläufig ist. Die Landwirtschaft wird trotz der Bewässerungsmöglichkeiten durch das Sadd el Ali-Projekt bei dem gegebenen Bevölkerungsdruck nicht mehr leisten als bisher. Sie wird also weiterhin einen bestimmten Devisenzufluß durch die Baumwolle bringen und die Nahrungsmittelversorgung im gegenwärtigen Umfang, auf den Kopf der Bevölkerung bezogen, aufrechterhalten.

Dagegen soll die Industrialisierung - zumindest nach den Berechnungen des Ministry of Industry - die notwendigen Expansionseffekte herbeiführen. Die Gesamtinvestitionen des laufenden 5-Jahres-Plans machen 250 Mio. LE mit einem Importanteil von 123 Mio. LE aus. ²⁾ Dieser Importanteil ist im wesentlichen auf die zunehmenden Investitionsgütereinfuhren zurückzuführen. Trotzdem wird bereits Ende 1961 wegen der erwarteten Importverdrängung mit einer Devisenersparnis von 57 Mio. LE gerechnet. ³⁾ Auch hinsichtlich des durch diese Investitionen wirkenden Einkommens, das unter Berücksichtigung der im Inland verauslagten Summen und bestimmter Multiplikatoreffekte mit ca. 100 Mio. LE angegeben wird, ist das Ministry of Industry recht optimistisch. Da mit

1) Wir denken hierbei an das einfache Schema von Guth, der die allgemeine Wachstumsrate zurückführt auf die Größe der Gesamtinvestition, den Importanteil dieser Investitionen, die Grenzneigung zum Import, die Höhe des Kapitalimports, die Grenzneigung zum Sparen sowie die komplementären Einkommens- und Kapazitätseffekte der Investitionen (Kapitalkoeffizient).

Vgl. Guth, W.: a. a. O., S. 135.

2) Der Plan war ursprünglich auf die Zeit 1956 bis 1961 abgestellt, ist aber vor wenigen Monaten um 1 Jahr gekürzt und gleichzeitig im Volumen leicht erhöht worden. Offizielle Angaben liegen noch nicht vor, so daß die genannten Zahlen nur als Richtwerte zu verstehen sind. Sie umfassen die Grundstoff- und verarbeitende Industrie.
Vgl. Ministry of Industry: Industry after the Revolution ..., a. a. O. S. 165 und S. 172.

3) Vgl. ebenda, S. 170.

sehr günstigen Kapitalkoeffizienten und einer durch verschiedene Aktionen erhöhten Spartätigkeit gerechnet wird, versteht sich, daß im ganzen nur geringfügige Preissteigerungen angenommen werden. ¹⁾

Diese günstige Sicht wird noch verbessert durch die mit diesem Prozess erhoffte Beschäftigungssteigerung ²⁾ und das gerade an den Großprojekten interessierte ausländische Kapital. ³⁾

b. Die Erfassung besonderer Einflußfaktoren auf den Strombedarf

Die voranstehenden Ausführungen über die ägyptische Wirtschaftsentwicklung haben gleichermaßen intensive landwirtschaftliche wie industrielle Anstrengungen gezeigt. Für die Elektrizitätswirtschaftliche Entfaltung sind hieraus zunächst drei Kriterien bestimmend:

1. zunehmende Umstrukturierung der Gesamtwirtschaft in Richtung auf eine verstärkte Industrialisierung,
2. Vergrößerung und Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzfläche durch künstliche Be- und Entwässerungsanlagen,
3. Anwachsen der Bevölkerung mit steigendem Volkseinkommen und erhöhten Ansprüchen an den Lebensstandard.

Im ganzen gesehen befindet sich also das Land in einer Phase typischen Breitenwachstums der Elektrizität.

Im produktiven Bereich ist die Breitenentwicklung gekennzeichnet durch das Aufkommen neuer, z. T. sehr stromintensiver Produktionsverfahren wie in der chemischen und metallverarbeitenden Industrie, ferner durch die Elektrifizierung neuer Bewässerungsanlagen in der Landwirtschaft sowie die zu erwartende Umstellung mechanischer Antriebsmaschinen in

1) Für die verarbeitende Industrie lassen sich aus den Angaben des Ministry of Industry beispielsweise Kapitalkoeffizienten von $\Delta I : \Delta P$ zwischen 1 und 2 errechnen.

Vgl. Ministry of Industry: Industry after the Revolution ..., a. a. O., S. 135.

2) Es wird mit einem direkten Arbeiterbedarf von 120.000 Personen gerechnet, die indirekt nahezu 3 Mio. Köpfe versorgen.

Vgl. Ministry of Industry: Industry after the Revolution ..., a. a. O., S. 175.

3) Wir denken hier an die Kapitalbeteiligung der Demag im Falle des Eisen- und Stahlwerks Heluan sowie der Uhde GmbH und der Badischen Anilin- und Sodafabrik im Falle der Düngemittelfabrik bei Assuan.

Vgl. Billerbeck, K.: a. a. O., S. 131.

Industrie und Landwirtschaft auf Elektrizität (Substitutionsprozess). Weitere Momente des Breitenwachstums sind die verstärkte Mechanisierung in der Industrie ¹⁾ sowie die Schaffung neuer "public utilities" wie Wasserwerke, Elektrifizierung der Eisenbahnen usw.

Im konsumtiven Bereich ist mit steigendem Volkseinkommen eine zunehmende Elektrifizierung der Haushalte zu erwarten, wenn sie auch im Zweifel hinter dem produktiven Sektor zurückstehen muß. Das gleiche gilt für die öffentliche Beleuchtung.

Weiterhin kann für das elektrizitäts- und gesamtwirtschaftliche Stadium Ägyptens festgestellt werden, daß die allerersten Anfänge überschritten sind. Es bestehen also bereits Verbrauchergruppen, insbesondere industrieller Art. Ihre geplanten Produktionsausweitungen lassen eine intensivere Nutzung der elektrischen Energie in bereits eroberten Abnehmerkreisen und Anwendungsgebieten annehmen (Tiefenwachstum).

Diese vielschichtigen Prozesse entziehen sich natürlich weitgehend einer besonderen Erfassung und werden im Zusammenhang mit den allgemeinen Wachstumsüberlegungen der elektrischen Energie berücksichtigt werden müssen. Daneben sind jedoch schergewichtige Einflußfaktoren auf den Strombedarf zu erkennen, die einer besonderen Abschätzung zugänglich sind.

Hierzu gehört der Anschluß von Arbeitsmaschinen (z.B. Pumpen), die bisher meist durch Wärmekraftmaschinen (z. B. Dieselmotoren) angetrieben wurden, an das öffentliche Netz. Technisch gesehen tritt an die

1) Es soll hier an die völlige Ablösung der Handwebstühle durch mechanische Webstühle erinnert werden. Weiterhin sind Bestrebungen zu nennen, die die in kleineren Betrieben gegebene unwirtschaftliche Betriebsweise durch rationellere Fertigungsverfahren zu verbessern tragen. Diese Anstrengungen verstehen sich aus der bisher völlig unzureichenden Ausrüstung mit Kraftanlagen und Maschinen. 1950 waren im Durchschnitt der verarbeitenden Industrie nur 1,5 HP $\approx$ 1,7 PS je Arbeiter installiert, während es schon 1929 in den USA in ähnlich gelagerten Wirtschaftszweigen 13,1 HP (Zuckerindustrie), 23,3 HP (Papierindustrie) und 35,5 HP (Zementindustrie) waren. Vgl. UN: The Development of Manufacturing Industry ..., a. a. O., S. 111, Table XXII und S. 112, Table XXIV.

Stelle des Dieselmotors der aus dem öffentlichen Netz gespeiste Elektromotor.

Noch 1954 betrug die in elektrischen Einheiten ausgedrückte Leistung der nicht elektrischen Antriebsmaschinen etwas mehr als die gesamte dem öffentlichen Netz entnommene Höchstlast. ¹⁾ Dagegen wird in Ländern mit einer bereits ausgebildeten Elektrizitätsversorgung der mechanische Energiebedarf in Industrie und Landwirtschaft nahezu vollständig durch die Elektrizität gedeckt. ²⁾ Der Grund ist in den hohen spezifischen ("Stück-") Kosten der verschiedenen Arten nicht elektrischer Antriebsmaschinen zu sehen. Von einer bestimmten Benutzungsdauer an sind diese Kosten vergleichsweise weit höher als die der Energieentnahme aus dem allgemeinen Versorgungsnetz.

Das hohe variable Kostenglied (Brennstoffe) dieser Maschinen wirkt sich bereits bei einer Benutzungsdauer von 1.000 h im Jahr derartig progressiv aus, daß die größere Fixkostenbelastung der kWh des öffentlichen Netzes aufgehoben wird. Diese Benutzungsdauer ist jedoch in landwirtschaftlicher und industrieller Verwendung mindestens zu unterstellen. Bei einer Benutzungsdauer von 5.500 h, also dem für Ägypten in der Vergangenheit festgestellten Benutzungsfaktor der Erzeugungsanlagen von 62 % ³⁾, sinken die spezifischen Kosten des öffentlichen Netzes bereits auf die Hälfte der Kosten solcher Maschinen. ⁴⁾

Hieraus wird verständlich, daß durch eine entsprechende Aufklärung der Verbraucher und Gestaltung der Tarife eine Substitution nicht elektrischer Antriebsmaschinen durch Elektromotoren angestrebt werden muß. Betriebs- und volkswirtschaftliche Kostenüberlegungen, wobei wir bei letzteren insbesondere an den hohen Heiz- und Dieselölverbrauch und dessen starken Importanteil denken, lassen dies notwendig erscheinen.

1) Vgl. hierzu S. 33 f., wo die Größenordnung derartiger Maschinen und ihre Aufteilung nach industrieller und landwirtschaftlicher Verwendung in räumlicher Sicht dargestellt wurde.

2) Vgl. S. 47.

3) Vgl. S. 34.

4) Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. I, a. a. O., S. 41 f. und Vol. II, a. a. O., S. 80 ff.

Es kann daher mit großer Wahrscheinlichkeit damit gerechnet werden, daß innerhalb der nächsten 15 Jahre ¹⁾ der bisher von diesen Maschine gedeckte Energiebedarf in die allgemeine Spitzenlast der Elektrizitätsversorgung einwächst.

Gehen wir von den bekannten 300 MW, als der in elektrischen Einheiten ausgedrückten Höchstlast dieser Maschinen im Jahre 1954 aus. Unterstellen wir weiter, daß bis 1958 bereits 40 MW ²⁾ in die Höchstlast des öffentlichen Netzes von 353 MW ³⁾ eingegangen sind, so verbleiben noch 260 MW. Sie ergeben zusammen mit den 353 MW des Jahres 1958 eine Höchstlast von 613 MW im Jahre 1975. Das entspricht aber einer jährlichen Steigerung von 3 bis 3,5 %, die allein auf Grund dieses Substitutionsprozesses zu erwarten ist.

Ein weiterer Faktor, der einer besonderen Quantifizierung zugänglich ist, ist der zukünftige Spitzenbedarf zusätzlicher Be- und Entwässerungsanlagen.

Die Elektrifizierung dieser Projekte, die im nördlichen Delta, in der Kanalzone und im Niltal stromaufwärts Kairo - Nag Hammadi - Assuan vorgesehen sind, wird von dem Mechanical and Electrical Department wahrgenommen. Die Spitzenbelastung der ihm unterstellten Kraftwerke betrug 1954 noch 17,5 MW, 1958 schon 36 MW. ⁴⁾ Dieser Zuwachs ist im wesentlichen auf den bereits erfolgten Anschluß dieselbetriebener Pumpstationen an das öffentliche Netz zurückzuführen. ⁵⁾

1) Die mittlere Lebensdauer eines Dieselmotors beträgt je nach Belastung 10 bis 20 Jahre, so daß also mit zunehmender Überalterung und gleichzeitigem Netzausbau diese Zeitspanne angemessen erscheint. Vgl. auch EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. II, a. a. O., S. 80.

2) Diese 40 MW sind sicherlich nicht zu niedrig angesetzt, da erst nach der Inbetriebnahme des Assuan-Kraftwerks, also ab 1960 der Großteil der landwirtschaftlich genutzten Maschinen in Oberägypten umgestellt werden kann.

3) Vgl. S. 27.

4) Es handelt sich bei diesen Werten um die verbundene Höchstlast der dem M.E.D. unterstellten Kraftwerke. Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. I, a. a. O., S. 10. Vgl. Koshairy, M. A. B. El und Mitarbeiter: Electrical Power and Energy Requirements ..., a. a. O., S. 8, Table 9.

5) Wir haben oben für den Zeitraum 1954 bis 1958 eine bereits erfolgte Umstellung der Dieselmotoren von 40 MW unterstellt. Da sich die in diesen Maschinen installierte Leistung zu 51 % auf industrielle und zu 49 % auf landwirtschaftliche Zwecke verteilt (vgl. S. 34), kann auch angenommen werden, daß ca. 49 % dieser 40 MW auf die Umstellung landwirtschaftlicher Maschinen zurückgeht.

Unter Berücksichtigung der zunehmenden Elektrifizierung bereits bestehender Pumpenaggregate und der Abschätzung des Strombedarfs neu hinzutretender Be- und Entwässerungsanlagen wird die Spitzenlast der M.E.D.-Kraftwerke im Jahre 1975 mit ca. 200 MW angegeben. ¹⁾ In dieser angenommenen Erhöhung von 36 auf 200 MW ist allerdings die Umstellung der landwirtschaftlich genutzten Dieselmotoren enthalten. Da deren zukünftiger Strombedarf bereits in die obenerrechnete 3 - 3,5 %ige Zuwachsrate eingegangen ist, muß er hier eliminiert werden. Als Gesamtbedarf aus der Umstellung von Dieselmotoren wurden 260 MW genannt. Der landwirtschaftliche Anteil dürfte bei 49 % liegen. Das bedeutet aber, daß ca. 40 bis 60 MW durch neue Be- und Entwässerungsanlagen bis 1975 zu erwarten sind.

Aufgesetzt auf die Höchstlast des öffentlichen Netzes von 353 MW im Jahre 1958 entspricht das einer jährlichen Steigerung des Spitzenbedarfs von ca. 1 %.

Als letzter außerordentlicher Einflußfaktor soll der Strombedarf der überwiegend im Raume Assuan vorgesehenen chemischen Industrie besprochen werden. Im Vordergrund steht dabei - aus Gründen des bekannten Engpasses an Stickstoffdüngemitteln - der Ausbau der Düngemittelfabrik bei Assuan. Hinzu kommen weitere sehr stromintensive chemische Fertigungen wie die Aluminiumgewinnung aus Bauxit, die Herstellung schweren Wassers, Tripelphosphats usw.

Nach neuesten Berechnungen werden folgende Schätzwerte genannt: ²⁾

	Düngemittel- fabrik	Sonstige chem. Industrie	Gesamt
Höchstlastbedarf	226 MW	154 MW	380 MW
Arbeitsbedarf (Erzeugungswerte)	2090 Mio.kWh	410 Mio.kWh	2500 Mio.kWh

1) Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. I, a. a. O., S. 10.

2) Vgl. Koshairy, M. A. B. El und Nabih, M. K.: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., S. 5, S. 10 f. und Figure 2. Die von uns genannten Arbeitswerte sind unter Berücksichtigung eines, 10 %igen Verlustfaktors von Verbrauchswerten auf Erzeugungswerte hochgerechnet worden.

Die EdF und auf ihr aufbauende Publikationen neueren Datums nennen noch 150 MW als Höchstlastbedarf der Düngemittelfabrik.

Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. I, a. a. O., S. 9.

Vgl. Schelter, J.: a. a. O., S. 209.

Vgl. Brechtel, J.: Die energiewirtschaftlichen Entwicklungsmöglichkeiten Ägyptens, in: Praktische Energiekunde, 7. Jg. (1959), H. 3, S. 186.

Dieser Strombedarf wird z. T. schon 1960 (Düngemittelfabrik), z. T. auch erst 1963 anfallen. ¹⁾ Er übersteigt die gegenwärtigen Größenordnungen recht beachtlich. Zu der Höchstlast des Jahres 1958 in Höhe von 353 MW wird in relativ kurzer Zeit ein Spitzenbedarf von 380 MW hinzutreten. Auch die Erzeugung von 1905 Mio. kWh (1958) wird sich durch den von der chemischen Industrie beanspruchten Arbeitswerte in Höhe von 2500 Mio. kWh mehr als verdoppeln. Es ergibt sich, daß der angenommene Verbrauch dieser Projekte völlig aus dem Rahmen fällt. Seine Einbeziehung in die den zukünftigen Trend kennzeichnende Zuwachsrate würde einer starken Verzerrung der Stromverlaufskurve führen. Es empfiehlt sich daher, den Energiebedarf der chemischen Industrie in der Prognose als additives Glied zu behandeln. ²⁾

c. Die Prognose des Bedarfs an elektrischer Energie
(langfristige Tendenzabschätzung)

Der erste Schritt der langfristigen Tendenzabschätzung ist die Bestimmung der Arbeitswerte, die innerhalb des jeweiligen Prognosezeitraums von der Erzeugungs- und Verteilungsanlagen bereitgestellt werden müssen. Hieraus kann unter Berücksichtigung einer bestimmten Benutzungsdauer auf die innerhalb des gleichen Zeitraums zu erwartende Höchstlast geschlossen werden. ³⁾ An ihr hat sich aber die garantierte Leistung des Erzeugungs- und Verteilungssystems zu orientieren. Diese ist jedoch nur ein Teil der gesamten zu installierenden Kapazität. Mit Hilfe eines angemessenen Reservefaktors kann daher durch Beaufschlagung der garantierten Leistung die notwendig erachtete installierte Kapazität errechnet werden. Sie bestimmt aber grundsätzlich den Umfang des Elektrizitätswirtschaftlichen Investitionsvolumens.

1) Vgl. Koshairy, M. A. B. El und Nabih, M. K.: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., S. 5.

2) Diese Sonderbehandlung der chemischen Industrie geht auf die EdF zurück.
Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. I, a. a. O., S. 9.

3) Dieser Schluß ist durch die nach der Formel
$$\text{Benutzungsdauer} = \frac{\text{jährliche Arbeit}}{\text{Höchstlast}}$$
 ausgedrückte Beziehung möglich.
Vgl. S. 34 und S. 37.

Die Prognose wird also wie folgt abgegrenzt:

Bereich: Vereinigte Arabische Republik / Ägyptische Region.

Zeitdauer: 1958 bis 1985 in verschiedenen Zeitphasen.

Umfang: Stromerzeugung. Hieraus abgeleitet:

Höchstlast,

garantierte Kapazität,

installierte Kapazität.

Einflüsse: Es wird nur der im Rahmen der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung postulierte Expansionseffekt, jedoch werden keine exogenen Faktoren wie z. B. Kriege unterstellt.

Die genannten Einflußfaktoren ¹⁾ deuten darauf hin, daß Ägypten bei seiner angestrebten gesamtwirtschaftlichen Expansion nicht mit der "klassischen" Verdoppelung der Stromerzeugung in 10 Jahren auskommen wird. Das gilt insbesondere für jene erste Phase der Breiten- und Tiefenentfaltung der Elektrizität, in der wir selbst für den kontinuierlichen Eingliederungsprozess der elektrischen Energie in heute hochentwickelten Ländern Wachstumsraten bis zu 18 % feststellen konnten. ²⁾

Die 7,2 %ige Zuwachsrate kommt also zur Extrapolation der bisherigen Stromerzeugungsentwicklung nicht in Betracht. Das wird auch dadurch bestätigt, daß die Stromerzeugung Ägyptens in den letzten Jahren im Durchschnitt um 11,5 % p. a. gestiegen ist. ³⁾

Trotzdem kann uns der "klassische" Trend als Richtlinie einer sich ohne außerordentliche Einflußfaktoren entwickelnden Elektrizitätswirtschaft dienen. Derartige für die Anfangsphase einer Elektrifizierung generell beobachteten Sondereinflüsse sind aber im besonderen Maße auch für Ägypten gegeben.

Wir können uns daher die außergewöhnlichen, oder für die Anfangsstadien einer Elektrifizierung charakteristischen Sondereinflußfaktoren auf diesen Normaltrend aufgesetzt denken. Unterstellen wir minimal einen Grundbedarf von 6,2 %, maximal einen solchen von 7,2 % p. a. und berücksichtigen, daß im Falle Ägyptens allein aus der Substitution von Dieselmotoren eine Einwirkung zwischen 3 bis 3,5 % p. a. und

1) Vgl. S. 105 ff.

2) Vgl. S. 68.

3) Vgl. S. 25.

aus den Bewässerungsprogrammen weitere 1 bis 1,5 % p. a. bis 1975 hinzutreten ¹⁾, daneben aber der im Einzelnen nicht näher erfaßbare Industrialisierungsprozess stattfindet, so erscheint eine in folgende Zeitintervalle abgestufte Entwicklung denkbar:

Übersicht 15: Erwartete Zuwachsraten der Strom-
erzeugung in Ägypten 1958 - 1985

Zeit	Minimal	Maximal
1958 - 1965	13 %	15 %
1965 - 1970	11 %	13 %
1970 - 1975	9 %	11 %
1975 - 1980	6,5 %	8,5 %
1980 - 1985	6,2 %	7,2 %

In diesen Zuwachsraten hat aus genannten Gründen ²⁾ der Bedarf der chemischen Industrie noch keine Berücksichtigung gefunden. Mit zunehmender Entwicklung wird die Wirkung der außerordentlichen Steigerungsmomente nachlassen und die Erzeugung sich immer mehr nach dem im minimalen bzw. maximalen Falle angegebenen Grundtrend richten.

Mit diesen Zuwachsraten können wir ausgehend von der Erzeugung des Jahres 1958 den in den einzelnen Prognosezeiträumen erwarteten Strombedarf errechnen. Der Bedarf der chemischen Industrie wird dabei additiv behandelt (vgl. Übersicht 16).

Übersicht 16: Tendenzielle Abschätzung der Strom-
erzeugungswerte Ägyptens bis 1985

Zeit	Minimal				Maximal			
	Zu- wachs- rate	Erzeu- gung in Mio.kWh	Chemi- sche In- dustrie	Gesamt- erz. in Mio.kWh	Zu- wachs- rate	Erzeu- gung in Mio.kWh	Chemi- sche In- dustrie	Gesamt- erz. in Mio.kWh
1958	13 %	1905		1905	15 %	1905		1905
1965	11 %	4480	2500	6980	13 %	5070	2500	7570
1970	9 %	7550	2500	10050	11 %	9340	2500	11840
1975	6,5 %	11620	2500	14120	8,5 %	15730	2500	18230
1980	6,2 %	15920	2500	18420	7,2 %	23650	2500	26150
1985		21500	2500	24000		33480	2500	35980

1) Diese Werte gelten zwar für die Höchstlastentwicklung, lassen sich jedoch bei ähnlicher Benutzungsdauer auch auf die Arbeitswerte übertragen.

2) Vgl. S. 110.

Die Electricity Commission hat für die Erzeugungswerte nur die Erwartung ausgesprochen, daß innerhalb der nächsten 10 bis 12 Jahre mit einer Zuwachsrate von 12,5 % gerechnet werden muß. Darin ist der Bedarf der chemischen Industrie noch nicht enthalten. ¹⁾

Vor kurzem hat sich von deutscher Seite auch UITTING mit der Entwicklung der Stromerzeugung in Ägypten auseinandergesetzt. ²⁾ Er unterstellt Zuwachsraten, die von 1958 bis 1965 bei 15 %, von 1965 bis 1970 bei 10 % und von 1970 bis 1980 bei 8 % liegen. In dieser Schätzung wurde die chemische Industrie im Raume Assuan nicht berücksichtigt. ³⁾ Um also zu vergleichbaren Größenordnungen zu kommen, müssen wir deren Werte hinzurechnen.

In Übersicht 17 haben wir diese beiden Schätzungen den von uns genannten Größen gegenübergestellt.

Übersicht 17: Vergleich verschiedener Stromerzeugungsschätzungen für Ägypten in Mio. kWh einschließlich der chemischen Industrie

Zeit	Maximal	Minimal	Electricity Comm.	Uitting
1958	1905	1905	1905	1905
1965	7570	6980	6850	7570
1970	11840	10050	9480	10660
1975	18230	14120		14490
1980	26150	18420		20120
1985	35980	24000		

Die mutmaßliche Entwicklung wird innerhalb der oberen und unteren Grenzen der einzelnen Schätzungen verlaufen, so daß wir für die weiteren

1) Vgl. Koshairy, M. A. B. El und Nabih, M. K.: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., S. 5.

2) Vgl. Uitting, O. K. M.: Ein Wasserkraftwerk für 1.000 MW Spitzenlast, in: Siemens-Zeitschrift, 34. Jg. (1960), H. 5, S. 286.

3) Vgl. ebenda, S. 286.

Überlegungen von folgender Annahme ausgehen können: ¹⁾

1958:	1905 Mio. kWh
1965:	7370 Mio. kWh
1970:	10850 Mio. kWh
1975:	15000 Mio. kWh
1980:	20000 Mio. kWh
1985:	25000 Mio. kWh

Der Strombedarf ist demnach für die einzelnen Prognosezeiträume als "bekannt" vorauszusetzen. Aus ihm ist jetzt mittels der Beziehung

$$\text{Benutzungsdauer} = \frac{\text{geleistete Arbeit}}{\text{Höchstlast}}$$

die am Spitzentag des jeweiligen Zeitraums zu erwartende Höchstlast zu bestimmen.

Für 1958 wurde eine Benutzungsdauer von 5.500 h, d. h. also ein Benutzungsfaktor von 62 % errechnet. ²⁾ Die Electricity Commission erwartet, daß sich diese relativ hohe Benutzungsdauer im Zuge des Entwicklungsprozesses nicht wesentlich verändert. ³⁾ Dem widerspricht allerdings die Maßnahme, für die zukünftige Entwicklung der elektrischen Arbeit eine Zuwachsrate von 12,5 %, für die Höchstlast jedoch niedrige Prozentsätze zu unterstellen. So werden von der Electricity Commission für die Höchstlasttendenz folgende Steigerungsraten angesetzt: ⁴⁾

1958 - 1963:	11 %
1963 - 1968:	10 %
1968 - 1973:	9 %
1973 - 1978:	8 %
1978 - 1985:	7 %

1) Die Werte sind bis 1975 als arithmetisches Mittel der einzelnen Schätzungen, ausschließlich der offiziellen ägyptischen Angaben gerechnet. Ab 1975 fällt die maximale Schätzung jedoch aus dem Rahmen, so daß sie von da unberücksichtigt bleibt.

2) Vgl. S. 34.

3) Vgl. Ministry of Public Works, U.A.R. Electricity Commission: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., S. 16.

4) Vgl. ebenda, S. 5f., Table 6.

Diese verschiedenartige Abschätzung von Erzeugungs- und Höchstlastwerten läuft aber auf die Annahme einer leichten Erhöhung der Benutzungsdauer hinaus. ¹⁾ Wird mit den von der Electricity Commission für 1965 geschätzten Erzeugungs- und Höchstlastwerten die Benutzungsdauer errechnet, so ergeben sich 6.000 h im Jahr, was einem Benutzungsfaktor von 68 % entspricht.

Auch UITTING unterstellt für die weitere Entwicklung eine leicht steigende Benutzungsdauer, die sogar 6.000 h überschreitet. ²⁾

In Anbetracht des großen Anteils der chemischen Industrie am Energiebedarf bei einer gleichzeitig sehr hohen Benutzungsdauer durch diese Verbrauchergruppe ³⁾ sowie der bei Tag und Nacht gleichstark auftretenden Belastung durch die Be- und Entwässerungsanlagen erscheint eine Benutzungsdauer von 6.000 h naheliegend.

Mit ihr errechnet sich aus den angenommenen Arbeitswerten folgende Höchstlastentwicklung:

1958:	353 MW
1965:	1230 MW
1970:	1800 MW
1975:	2500 MW
1980:	3300 MW
1985:	4170 MW

Daneben liegen eine Reihe von Prognosen vor, die den zukünftigen Spitzenbedarf direkt, d. h. ohne vorherige Bestimmung der Erzeugungswerte ermittelten. In Übersicht 18 haben wir diese Höchstlastschätzungen den von uns aus den prognostizierten Arbeitsgrößen (also indirekt) gewonnenen Höchstlastzahlen gegenübergestellt. Alle Angaben verstehen sich einschließlich der durch die chemische Industrie verursachten

1) Diese Überlegung ergibt sich wiederum aus der Beziehung
$$\text{Benutzungsdauer} = \frac{\text{geleistete Arbeit}}{\text{Höchstlast}}$$
. Wenn demnach mit stärker steigenden Arbeitswerten gerechnet wird, muß auch die Benutzungsdauer zunehmen.

2) Vgl. Uitting, O. K. M.: a. a. O., S. 286.

3) Bei einer angenommenen Höchstlast von 380 MW und einem Arbeitsbedarf von 2.500 Mio. kWh läßt sich für die chemische Industrie eine Benutzungsdauer von 6.600 h ermitteln.
Vgl. S. 109.

Spitzenbelastung in Höhe von 380 MW. ¹⁾

Übersicht 18: Vergleich verschiedener Schätzungen über die
Höchstlastentwicklung in Ägypten einschließ-
lich der chemischen Industrie in MW 1958 - 1985

Zeit	Verfasser	Electricity Comm. 2)	EdF ³⁾	Uitting ⁴⁾
1954	250	250	250	250
1958	353	353	370	353
1965	1230	1150	970	1210
1970	1800	1625	1375	1780
1975	2500	2250	1900	2435
1980	3300	3000	2500	3400
1985	4170	4000		

Wird von den Erwartungen der EdF abgesehen - sie war in ihrer Bedarfsannahme recht konservativ und ging überdies von heute nicht mehr gültigen Voraussetzungen aus ⁵⁾ - so liegen die übrigen Prognosewerte relativ dicht beisammen.

Der zukünftige Ausbau der Erzeugungsanlagen muß demnach mindestens die Leistung garantieren, die minimal den von der Electricity Commission, maximal den von uns unterstellten Höchstlastgrößen gerecht wird. Das bedeutet aber jeweils eine entsprechende Bereitstellung an installierter Kapazität. In welchem Umfang sie zu erfolgen hat, ist im wesentlichen abhängig von der zukünftig für notwendig erachteten Reserve-

1) Die früheste Prognose des Höchstlastverlaufs geht auf die Studie der EdF von 1954 zurück. Damals wurde die Spitzenlast der Düngemittelfabrik auf nur 150 MW geschätzt, von der sonstigen chemischen Industrie war überhaupt noch nicht die Rede.

Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. I, a. a. O., S. 9.

2) Vgl. Ministry of Public Works, U.A.R. Electricity Commission: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., S. 6, Table 6.

Die Werte wurden aus den dort angegebenen Zuwachsraten errechnet. Vgl. auch S. 114.

3) Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. I, a. a. O., S. 11. Die 370 MW (1958) sind als Prognosewert der EdF von 1954 zu verstehen.

4) Vgl. Uitting, O. K. M.: a. a. O., S. 286.

Die Werte wurden mit der von ihm angegebenen Zuwachsrate berechnet und der Energiebedarf der chemischen Industrie addiert.

kapazität, d. h. also der Spanne zwischen installierter und garantierter Leistung.

Für 1958 konnten wir im ganzen eine sehr hohe Reservekapazität feststellen. Der nominelle Reservefaktor - als das Verhältnis der installierten Kapazität zur Höchstlast - lag im Jahre 1958 bei der ungünstigen Relation von 2,2. Dem entsprach auch die extrem niedrige Ausnutzungsdauer - als das Verhältnis von geleisteter Arbeit zur installierten Kapazität - in Höhe von 2.500 h. ¹⁾ Zu diesem Zeitpunkt bestand nicht nur die elektrizitätswirtschaftlich gerechtfertigte Differenz zwischen installierter und garantierter Kapazität, sondern die garantierte Leistung überstieg die tatsächlich aufgetretene Höchstlast noch recht beträchtlich. ²⁾

Auf keinen Fall kann sich Ägypten zukünftig derartige Reservekapazitäten leisten, da sie die Investitionen in einem ungerechtfertigten Maße aufblähen. Bei der Bestimmung der im Entwicklungsprozess notwendigen installierten Kapazität werden wir daher die minimalen, aus der Sicht der Investitionen optimalen Erfordernisse aufzeigen.

Unter günstigen Gegebenheiten wird die Höchstlast der garantierten Kapazität entsprechen. Zwischen garantierter und installierter Kapazität wird eine Reserve bestehen müssen, die die Stromversorgung selbst unter außerordentlichen Umständen gewährleistet. 1958 lag die garantierte Leistung um 23 % unter der installierten Leistung. ³⁾ Wie ADOLPH - MELCHINGER - WOLF in einer Sonderuntersuchung feststellten, ist für eine gesicherte Stromversorgung, selbst bei einem ausgeprägten Großverbundbetrieb, eine Reservekapazität von 15 % erforderlich. ⁴⁾ Dieser Großverbundbetrieb ist aber derzeit in Ägypten noch nicht gegeben und wird erst mit dem Ausbau des Hochspannungsnetzes ab 1968 bis 1970 voll realisiert sein. ⁵⁾

1) Vgl. S. 35 f.

2) Vgl. S. 37.

3) Vgl. S. 37.

Die 23 % ergeben sich als prozentuale Differenz zwischen den 784 MW installierter und 600 MW garantierter Kapazität im Jahre 1958.

4) Vgl. Adolph, J. - Melchinger, E. - Wolf, M.: Reservehaltung in Kraftwerken und Leitungsnetzen in der westdeutschen Elektrizitätsversorgung, in: EW, 51. Jg. (1952), H. 5, S. 96.

5) Vgl. S. 146 ff.

Daher erscheinen uns als Reservehaltung 23 % bis 1970, 21 % bis 1975, 18 % bis 1980 und 15 % bis 1985 notwendig.

Beaufschlagen wir mit diesen Prozentsätzen die in Übersicht 18, Spalte (Verfasser) bzw. Spalte 2 (Electricity Commission) aufgeführten Höchstwerte, die optimal der garantierten Leistung gleichzusetzen sind, so errechnen sich folgende installierte Kapazitäten:

Übersicht 19: Notwendige Entwicklung der installierten Kapazität gemäß der unterstellten Höchstlastentwicklung in Ägypten 1958 - 1985

Zeit	Verfasser	Electricity Commission
1958	784 MW	784 MW
1965	1600 MW	1500 MW
1970	2340 MW	2110 MW
1975	3160 MW	2850 MW
1980	4020 MW	3660 MW
1985	4900 MW	4700 MW

Wird also eine in der obigen Größenordnung dargestellte Strombedarfsentwicklung unterstellt, so müssen die Erzeugungsanlagen mindestens in diesem Volumen ausgebaut werden. Daß es sich hierbei um Minimalerfordernisse handelt, wird deutlich, wenn wir retrograd aus der zu installierenden Kapazität und den prognostizierten Arbeitswerten die jeweilige zukünftige Ausnutzungsdauer der Erzeugungsanlagen ermitteln. Dabei ergeben sich Ausnutzungsdauern zwischen 4.600 h im Jahre 1965 und 5.100 h im Jahre 1985. Sie entsprechen aber mit einem Ausnutzungsgrad von ca. 55 % (4.800 h von den möglichen 8.760 h des Jahres) eine Auslastung, wie sie derzeit für die Elektrizitätswirtschaft der USA zu beobachten ist. ²⁾

Die notwendige installierte Kapazität wurde also unter optimalen Ge-

1) Es muß hier an die Beziehung Ausnutzungsdauer, geleistete Arbeit erinnert werden.
inst. Kapazität
Vgl. S. 35.

2) Vgl. Jukes, J. A.: a. a. O., S. 6.

sichtspunkten, d. h. einer möglichst geringfügigen Reservekapazität bestimmt. In Wirklichkeit dürfte der Ausnutzungsfaktor - zumindest in den nächsten 15 Jahren - niedriger liegen. Das bedeutet aber, daß eine höhere installierte Kapazität bereitgestellt werden muß, um die gleichen zukünftigen Erzeugungswerte zu decken.

Wir haben damit alle Größen gekennzeichnet, mit denen wir im folgenden den geplanten Ausbau der Erzeugungs- und Verteilungsanlagen kritisch beurteilen können.

2. Die Deckung des Bedarfs an elektrischer Energie

a. Die primärenergiewirtschaftlichen Entwicklungsmöglichkeiten zur Deckung des Elektrizitätsbedarfs

Bis heute ruht die Elektrizitätserzeugung Ägyptens nahezu vollständig auf der Brennstoffbasis.¹⁾ Da die Kohle bisher fehlt, kommt dem Erdöl in seinen verschiedenen Wertigkeiten eine überragende Rolle zu. 98 % der 1958 erzeugten elektrischen Energie wurden mittels der Primärenergie Erdöl gewonnen. 87 % sind allein zu Lasten des Heizöls gegangen.²⁾ Daneben spielen die nichtkommerziellen Energieträger wie Dung, Stroh, Zuckerrohrrückstände usw. für die Elektrizitätsgewinnung nur eine untergeordnete Rolle.³⁾

Wie die kurze Skizze über die vorgesehene Kapazitätserweiterung der Erdölindustrie gezeigt hat, kann in naher Zukunft - zumindest was den gegenwärtigen Gesamtverbrauch an Erdöl und -produkten anbelangt - mit einer Eigenversorgung, d. h. einem Verzicht auf Importe gerechnet werden.⁴⁾ Einem weiteren intensiven Bedarfsanstieg kann jedoch die Erdöl-

1) Vgl. S. 32.

2) Vgl. Übersicht 8, S. 32.

3) Im Rahmen der Gesamtenergieversorgung des Landes sind sie allerdings noch sehr bedeutend. Ihr Verbrauch wurde 1949 auf 4 Mio. to Steinkohleeinheiten (SKE) geschätzt. Der Inlandsverbrauch an kommerziellen Energieträgern betrug dagegen nur 2,3 Mio. to SKE. Während letzterer 1954 bereits auf 5,3 Mio. to SKE angestiegen ist, blieb der Inlandsverbrauch an nichtkommerziellen Energieträgern konstant bei 4 Mio. to SKE.

Vgl. UN: World Energy Supplies in Selected Years 1929 - 1950, New York 1952, S. 91.

Vgl. UN: World Energy Supplies 1951 - 1954, New York 1957, S. 38 ff.

4) Vgl. S. 100.

industrie - selbst nach vollzogenem Ausbau - nicht nachkommen. Das inländische Erdöl wird also im zukünftigen Entwicklungsprozess der elektrischen Energie als "Rohstoff" keinen großen zusätzlichen Beitrag mehr leisten können. Demnach müssen andere Primärenergiequellen erschlossen werden.

Mit dem Nil bietet sich eine Ausnutzung der Wasserkräfte an. Die energetischen Möglichkeiten des Nils sind gewaltig. Sie erfahren jedoch ihre Beschränkung durch die wasserwirtschaftlichen Erfordernisse der Landwirtschaft. Alle Projekte, die auf eine Nutzbarmachung der Energiereserven des Nils hinzielen, stehen daher im Zeichen der eindeutigen Priorität der Landwirtschaft. Um land- und energiewirtschaftlichen Belangen gleichermaßen gerecht zu werden, bedarf es der Bewältigung großer technischer Probleme.¹⁾

Die Unregelmäßigkeit in der Wasserführung des Nils verhinderte bisher sowohl eine kontinuierliche Bewässerung als auch eine regelmäßige Energiegewinnung. Die Wassermassen des Nils kommen mit einer gewissen Regelmäßigkeit als Folge der starken Monsunregenfälle in Äthiopien im Juli in Ägypten an. In den Flutmonaten (etwa Juli bis November) bedeutet das eine Wasserfließe von $1.613 \text{ m}^3/\text{sec}$ (Juli) bis zu $7.963 \text{ m}^3/\text{sec}$ (September). Dagegen fällt die Fließe während des restlichen Jahres sehr stark ab und erreicht ihren Tiefstwert in der Trockenperiode im Mai mit $543 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Neben diesen saisonalen Schwankungen treten noch große jährliche Fließeunterschiede auf. So ging im Trockenjahr 1913 die Jahresfracht²⁾ bis auf 50 Mrd. m^3 zurück, während sie 1894, in dem Jahr bisher höchster Flußwasserführung, 130 Mrd. m^3 erreichte.³⁾

1) Auf die technischen Lösungsmöglichkeiten derartiger Spannungen zwischen Bewässerung und Energiegewinnung wird ausführlich in einer theoretischen Studie von Hunter eingegangen.
Vgl. Hunter, J. K. und Pedder, A. W.: The Integrated Use of Regional Water Resources, WPC, Belgrad 1957, Bericht A/3.

2) Der Begriff der "Jahresfracht" wird neuerdings für die jährliche Wasserführung eines Flusses verwendet, um den Gegensatz zur sekundlichen Wassermenge, der eigentlichen Fließe, herauszustellen.
Vgl. Musil, L.: a. a. O., S. 74.

3) Diese Fließen verstehen sich als Durchschnittswerte, die von 1912 bis 1942 bei Assuan ermittelt wurden.
Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. III, a. a. O., Plate I/6.

Die bestehenden Stauanlagen lassen nur teilweise einen saisonalen Ausgleich der Wasserführung zu. Gegenüber der ursprünglichen Bewässerungstechnik, d. h. der kanalisierten Überschwemmung der Felder während der Flut, wurde damit bereits ein Fortschritt erzielt. Er liegt darin, daß eine bestimmte Staukapazität während der Flut zurückgehalten und in der Trockenperiode auf die Felder gepumpt wird. Dadurch konnte die landwirtschaftliche Nutzfläche schon vergrößert und in bestimmten Gebieten die klimatisch mögliche Sommerfrucht durch eine perennierende Bewässerung sichergestellt werden. ¹⁾ Jedoch reichen weder die verschiedenen Niltalsperren ²⁾ noch der alte Assuanstaudamm ³⁾ mit einer Kapazität von 6,5 Mrd. m³ aus, um die Wassermassen voll zu erfassen und sowohl saisonal als auch über die Jahre hinweg zu regulieren.

Wird die durchschnittliche Jahresfracht von 83 Mrd. m³ ⁴⁾ den gegenwärtigen Bedürfnissen der Landwirtschaft von 48 bis 50 Mrd. m³ ⁵⁾ gegenübergestellt, so ergibt sich, daß jährlich 33 bis 35 Mrd. m³ ungenutzt ins Mittelmeer abfließen. Das ist in Anbetracht des Wassermangels der ägyptischen Landwirtschaft ein unschätzbarer Verlust. Andererseits liegen die Jahre niedriger Wasserführung unter und solche hoher Wasserführung weit über den Erfordernissen der Bewässerung. Es versteht sich, daß deshalb eine Staukapazität angestrebt wird, die sowohl jährlich als auch saisonal eine den steigenden Bedürfnissen der Landwirtschaft entsprechende kontinuierliche Wasserversorgung garantiert.

Von der so auf die Bewässerungszwecke abgestimmten jährlichen Wasserfließe hängt aber auch die Energieausbeute ab. Immerhin bietet der Nil mit einem Gefälle von 175 m zwischen Wadi Halfa im Sudan und dem 1400 km nördlich liegenden Mittelmeer bei einer angenommenen Wasserführung von

1) Vgl. S. 95.

2) Die wichtigsten befinden sich von Süden nach Norden bei Esna, Nag Hammadi, Assyut, Zifta und Edfina.
Vgl. Koshairy, M. A. B. El und Nabih, M. K.: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., S. 9.

3) Dieser Damm wurde bereits 1902 erbaut, inzwischen jedoch 1912 und 1934 erhöht.

Vgl. Billerbeck, K.: a. a. O., S. 16.

4) Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol.III, a. a. O., Table I/6.

5) Vgl. Billerbeck, K.: a. a. O., S. 14.

von 60 Mrd. m^3 eine Energiereserve von 23 Mrd. kWh im Jahr. ¹⁾

Daneben besteht mit der Kattara-Senke eine weitere hydraulische Energiequelle. Es ist dies eine natürliche Bodensenke, die flächenmäßig etwa die Hälfte der Schweiz ausmacht und im Mittel 60 m unterhalb des Meeresspiegels liegt. Durch einen Anstich des Mittelmeers könnte der Abfluß des Meerwassers zur Stromerzeugung genutzt werden. Bei einer ungestörten Fließrate von 600 m^3/sec ($= 19$ Mrd. $m^3/Jahr$) ließen sich jährlich 2 Mrd. kWh erzeugen. ²⁾

Gegenüber diesen Energiereserven sind die sonstigen Energiequellen wie die Ausnutzung der Gezeitenenergie an den Küsten, der Temperaturunterschiede verschiedener Seetiefen und der Windenergie unerheblich. ³⁾ Die Sonnenenergie stellt natürlich ein großes Energiereservoir dar, das allerdings erst dann genutzt werden kann, wenn die fortschreitende Technik eine wirtschaftliche Umwandlung in Elektrizität zuläßt.

Nicht zuletzt muß auch die Atomenergie als Möglichkeit der Stromerzeugung ins Auge gefaßt werden.

Jedoch sind - wie besondere Untersuchungen ergeben haben ⁴⁾ - Atomkraftwerke bei den gegebenen Verhältnissen der Entwicklungsländer in den meisten Fällen unwirtschaftlicher als konventionelle Erzeugungsanlagen. Atomkraftwerke haben insbesondere wegen der sehr teuren Schutzanlagen hohe Investitionskosten je installiertes kW. Sie liegen selbst bei Großkraftwerken mit einer installierten Kapazität von 300 bei 130 - 140 L/kW , bei kleineren Anlagen mit ca. 50 MW jedoch schon 200 L/kW . Im Gegensatz hierzu werden für Wärmekraftanlagen vergleichbarer Kapazität Werte zwischen 50 und 65 L/kW , für Wasserkraftwerke

1) Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. II, a. a. O., S. 82.

2) Vgl. Uitting, O. K. M.: a. a. O., S. 82.

3) Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. II, a. a. O., S. 82.

4) Vgl. Okita, S.: Foreseeable Economic Importance of the Utilization of Nuclear Energy in Underdeveloped Countries, WPC, Belgrad 1957, Bericht A/10, S. 11.

Vgl. Jukes, J. A.: a. a. O., S. 15.

Einige interessante Kostenvergleiche zwischen bereits arbeitenden Atomkraftwerken sind zu entnehmen aus:

Fuchs, W. und Mandel, H.: Atomenergie und Elektrizitätserzeugung, München 1956.

Europäische Atomgemeinschaft (Euratom): III. Gesamtbericht März 1959 - April 1960, April 1960, ohne Ort, S. 51 ff.

zwischen 90 und 110 LE/kW genannt. ¹⁾

Von den Investitionskosten werden aber die kapazitätsabhängigen (fixen) Kapitalkosten wie Abschreibung und Verzinsung bestimmt. Es ergibt sich, daß diese, wegen des hohen Anlagewerts und der kürzeren Lebensdauer, ²⁾ bei den Atomkraftwerken am höchsten sind. Es folgen die Wasserkraftwerke und mit den niedrigsten Fixkosten die Wärmekraftanlagen. Bei den betriebsbedingten variablen Kosten ist zu berücksichtigen, daß Atomkraftwerke nur einer einmaligen Ausstattung mit Uran bedürfen, während konventionelle Wärmekraftanlagen durch den hohen Brennstoffverbrauch gekennzeichnet sind. Dagegen ist das variable Kostenglied bei den Wasserkraftanlagen völlig zu vernachlässigen.

Die Frage der Wirtschaftlichkeit kann daher nur unter Einbeziehung der Ausnutzungsdauer in Verbindung mit der optimalen Betriebsgröße beantwortet werden. Die mit hohen Fixkosten belasteten Typen (Atom- und Wasserkraftanlagen) werden erst von einer bestimmten installierten Kapazität an bei gleichzeitig hoher Auslastung durch die dann wirksame Kostendegression in günstige Kostenbereiche eintreten. Bei den Wärmekraftwerken sind dagegen wegen des schwergewichtigen Einflusses der variablen Kosten mit steigender Auslastung progressive Kosten je kWh zu beobachten.

Folglich werden Wasser- und Atomkraftanlagen erst zu einem Zeitpunkt interessant, da der Bedarf an elektrischer Energie, auch in der Grundlast, einen Umfang erreicht hat, der eine große Anlage mit hoher Ausnutzungsdauer zuläßt. Diese Größenordnungen liegen aber beträchtlich über den gegenwärtigen Erfordernissen der meisten Entwicklungsländer. ³⁾

Wenn jedoch im Zuge des Bedarfsanstiegs, beispielsweise in der für

1) Vgl. Jukes, J. A.: a. a. O., S. 3 f.
Die Angaben werden in Pfund Sterling gemacht.

2) Die Lebensdauer der Atomkraftwerke dürfte optimal bei 20 Jahren liegen, während sie für Wasserkraftanlagen mit 25 bis 30 Jahren, bei Wärmekraftwerken mit etwa 25 Jahren angesetzt werden kann.
Vgl. Jukes, J. A.: a. a. O., S. 7.

3) Jukes nennt als Mindestkapazität 200 bis 300 MW.
Vgl. Jukes, J. A.: a. a. O., S. 12.

Mueller gibt auf Grund amerikanischer Schätzwerte 750 bis 1000 MW an.
Vgl. Mueller, H. F.: Probleme der Energiewirtschaft, a. a. O., S. 8.

Ägypten hatte dagegen 1958 nur eine gesamte Spitzenlast von 353 MW.

Ägypten skizzierten Form, derartige Großkraftwerke in Frage kommen, scheidet die Atomenergie dann aus, wenn Wasserkraft vorhanden ist. Sie hat niedrigere Fixkosten und nahezu keine variablen Kosten. Das gilt zumindest unter der Voraussetzung des gegenwärtigen wirtschaftlich-technischen Stands. "It is difficult to imagine a situation where it would be desirable to build a nuclear plant if water for hydro-electric generation is available and can be utilised at costs comparable with present-day hydro-electric schemes." ¹⁾

Da für Ägypten mit dem Nil und der Kattara-Senke ausreichende Wasserkraftreserven gegeben sind, ist demnach der Einsatz der Atomenergie vorerst wenig sinnvoll. Dem entspricht auch die Ausbauplanung der nächsten 20 bis 25 Jahre, in der die Entwicklung der herkömmlichen Wasserenergie vorrangig behandelt wird.

b. Die geplanten Kraftwerke und ihr Beitrag zur Bedarfsdeckung

Bis 1965 soll die installierte Kapazität der Wärmekraftanlagen um 520 MW erhöht werden. Sie wird im wesentlichen in den bereits existierenden Kraftwerksanlagen Unterägyptens eingebaut.

Es ist vorgesehen, im Kraftwerk Kairo-Süd 2 x 60 MW, in Talkha 2 x 30 MW unterzubringen. In den Zeitraum 1958 bis 1965 fällt auch die Fertigstellung der beiden Kraftwerke Damanhour mit zunächst 2 x 15 MW und Siouf mit 2 x 25 MW, die bereits Ende 1959 in dieser Größenordnung betriebsbereit waren. Nach 1960 soll ihre Kapazität um 2 x 30 MW (Damanhour) bzw. 1 x 25 MW (Siouf) erweitert werden. Ferner soll die "Government Refinery" in Suez mit 3 x 25 MW ausgerüstet werden. Die verbleibenden 100 MW werden sich auf zahlreiche kleinere Gemeindeversorgungsanlagen verteilen. ²⁾

Der Schwerpunkt des Ausbaus der Wärmekraftanlagen liegt demnach zeitlich zwischen 1958 und 1965, räumlich im Delta. Damit soll die Zeit bis zur Ausnutzung der Wasserkraft überbrückt werden.

1) Jukes, J. A.: a. a. O., S. 12.

2) Vgl. Ministry of Public Works, U.A.R. Electricity Commission: Size of Units for Cairo-South, Damanhour and Talkha Power Stations, Kairo 1959, S. 2 ff.

Vgl. auch Koshairy, M. A. B. El und Nabih, M. K.: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., S. 15.

Die einzelnen Wasserkraftprojekte ¹⁾ gliedern sich nach der von ägyptischer Seite vorgesehenen Inbetriebnahme in:

1. das Assuan-Kraftwerk (am alten Assuan-Damm),
2. das Sadd el Ali-Projekt,
3. die Ausnutzung der Niltalsperren und/oder die Erweiterung des Assuan-Kraftwerks,
4. die Ausnutzung der Kattara-Senke. ²⁾

Während sich die beiden letztgenannten Projekte noch völlig im Stadium der Vorplanung befinden, ist der Bau des Assuan-Kraftwerks im wesentlichen abgeschlossen. Der Betrieb wurde nach ägyptischen Angaben bereits Anfang 1960 teilweise aufgenommen. ³⁾

Das Kraftwerk ist mit 7 Generatoren zu 47,5 MW und 2 Einheiten zu 11,5 MW ausgerüstet und hat also im ganzen eine installierte Kapazität von 352 MW. ⁴⁾ Die installierte Leistung sagt jedoch wenig über die tatsächlich zur Verfügung stehende Kapazität aus, da diese durch die Wasserdarbietung und den Wasserabfluß bestimmt wird. Erstere schwankt entsprechend der unregelmäßigen Wasserführung des Nils, letztere hängt von den jeweiligen Bedürfnissen der Landwirtschaft ab.

Nach Angaben der Electricity Commission ist unter Berücksichtigung des durchschnittlichen Wasserzuflusses und des auf die Zwecke der Bewässerung abgestellten Wasserabflusses mit einer starken Schwankungsbreite der tatsächlich verfügbaren Leistung zu rechnen. ⁵⁾ Während der Flutmonate, also in der Zeit der Wiederauffüllung des Beckens, sinkt die verfügbare Leistung auf 170 MW ab. Für die übrigen Monate des Jahres, d. h. während der Zeit der Entleerung des Reservoirs, wird eine verfügbare Leistung von 345 MW angenommen.

Nach der Errichtung des Hochdamms soll der Wasserspiegel im Assuan-

1) Als Projekte sehen wir hier alle nach 1958 durchgeführten und vorgesehenen Bauvorhaben an, da die uns selbst aus dem Jahre 1960 vorliegenden Zahlenangaben nur bis 1958 reichen.

2) Koshairy, M. A. B. El und Nabih, M. K.: "Electrical Power Generation and Distribution ...", a. a. O., S. 15.

3) Vgl. ebenda, S. 10.

4) Vgl. Schelter, J.: a. a. O., S. 211.

5) Vgl. Ministry of Public Works, U.A.R. Electricity Commission: "Electrical Power Generation and Distribution ...", a. a. O., S. 10.

Staubecken relativ konstant gehalten und so sollen die Schwankungen der verfügbaren Leistung vermindert werden. Als verfügbare Leistung werden dann 250 MW im Januar und Dezember,

340 MW im April,

300 MW für den Rest des Jahres

erwartet.

Die jährlich zur Verfügung stehende Arbeit dieses Kraftwerks wird mit 2.775 Mio. kWh angegeben. ¹⁾

Der Hauptverbraucher ist die Düngemittelfabrik mit etwa 1900 Mio. kWh. ²⁾

Daneben soll der Bedarf der übrigen chemischen Industrie im Raume Assuan mit 390 Mio. kWh ³⁾, der Be- und Entwässerungsanlagen und einiger Gemeinden im Gebiet von Assuan - Nag Hammadi mit zusammen ca. 136 Mio. kWh gedeckt werden. Der Rest verteilt sich auf die Versorgung der Stadt Assuan selbst, der Bauanlagen des Sadd el Ali-Projekts und der elektrischen Ausrüstung der Eisenerzfördergruben.

Glücklicherweise liegt die höchste verfügbare Leistung des Kraftwerks mit 345 MW im Dezember, also in einem Zeitraum, in dem auch mit der Spitzenlast all der genannten Verbraucher gerechnet werden muß. ⁴⁾

Das Sadd el Ali-Projekt ist für Ägypten zu einem Symbol der wirtschaftlichen und politischen Stärke geworden. Seine technischen Daten, seine finanziellen Belastungen, seine ökonomischen Auswirkungen, sie alle haben eine Flut von Publikationen ausgelöst. Nicht zuletzt ist der Hochdamm zu einem Politikum zwischen Ost und West geworden. Für uns ist Sadd el Ali ein beschrittener Weg zur Lösung land- und energiewirtschaftlicher Belange. Daher beschränken sich unsere Ausführungen auf eine sachliche Darstellung des Projekts und seiner Auswirkungen im ökonomischen Bereich.

Die Grundidee des Hochdamms besteht in der vollen wasserwirtschaft-

1) Vgl. Koshairy, M. A. B. El und Nabih, M. K.: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., S. 10.

2) Der hier genannte Wert entspricht dem Verbrauch, während wir an anderer Stelle die hierzu notwendigen Erzeugungswerte (einschließlich Verluste) angesetzt haben.
Vgl. S. 109.

3) Die an anderer Stelle der Arbeit genannten Erzeugungswerte schließen die gesamte chemische Industrie ein.
Vgl. S. 109.

4) Der Abfall der Assuan-Leistung nach dem Bau des Sadd el Ali auf 250 MW ist insofern unerheblich, als dann die Energiereserven des Sadd el Ali-Kraftwerks bereitstehen.

lichen Ausnutzung des Nils. Von den durchschnittlichen 83 Mrd. m^3 Jahresfracht soll nicht mehr wie bisher - auf Grund mangelnder Staukapazität - mehr als $1/3$ ungenutzt abfließen. Das Ziel ist vielmehr, die saisonalen und jährlichen Schwankungen des Nils voll auszugleichen und darüber hinaus eine gegenüber den gegenwertigen Bedürfnissen der Landwirtschaft erhöhte Wasserversorgung herbeizuführen. Diesen Bestrebungen entspricht die vorgesehene technische Dimensionierung des Damms.

Der Hochdamm soll 6,5 km südlich des alten Assuan-Staudamms liegen und zwischen zwei Gebirgswänden den Fluß abriegeln. Seine Höhe über dem Flußwasserspiegel soll 110 m betragen. ¹⁾ Die zur Festigung in den felsigen Untergrund getriebenen Zementstützen reichen weitere 100 m unter den Flußwasserspiegel, so daß die Gesamthöhe 210 m beträgt. Die obere Dammbreite wird mit 32 m, die untere (Basisbreite) mit 1.013 m angegeben. In der Länge erreicht der Damm ca. 5 km, wovon 550 m im Flußbett liegen.

Es ist beabsichtigt, das Wasser bis zu einer Höhe von 182 m zu stauen. Das entspricht einem Reservoir von 4.000 km^2 und einer Staukapazität von 130 Mrd. m^3 . Von dieser Kapazität können allerdings nur etwa 70 Mrd. m^3 für eine Überjahresspeicherung herangezogen werden, da 30 Mrd. m^3 für die sogenannte "tote Stauung" (Schlammablagerungen) und weitere 30 Mrd. m^3 für den saisonalen Ausgleich bereitgestellt werden müssen. Der Verdunstungsverlust wird auf 10 Mrd. m^3 /Jahr geschätzt. Mit dieser Kapazität sichert der Damm eine jährliche Fließe von 80 Mrd. m^3 , also, abzüglich der Verdunstungs- und Versickerungsverluste im Unterlauf des Nils, gerade die durchschnittliche Jahresfracht. Damit wird eine vollständige wasserwirtschaftliche Ausnutzung des Nils erreicht.

Es ist vorgesehen, während des ersten Bauabschnitts 2 Fangdämme (den

1) Die Angaben über die technischen Daten des Hochdamms weichen in den einzelnen Publikationen voneinander ab. Im Zweifel wurden die neuesten ägyptischen Werte herangezogen.
Vgl. Koshairy, M. A. B. El und Nabih, M. K.: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., S. 11 f.

Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. II, a. a. O., S. 13 f.

Vgl. Schelter, J.: a. a. O., S. 211.

Vgl. Michaelis, A.: wirtschaftliche Entwicklungsprobleme ..., a. a. O., S. 91 ff.

nördlichen und südlichen Kofferdamm) sowie den Umleitungskanal fertigzustellen. Dieser ist nach neuesten Angaben als offene, in den Fels eingeschlagene Rinne geplant. Durch die beiden Fangdämme und den mit einer Schleuse versehenen Kanal wird das Wasser von der Baustelle abgeleitet. In dem bereinigten Flußbett kann dann der eigentliche Hauptdamm gebaut werden. ¹⁾ Dieses Stadium soll bis 1964 (Beginn 1960) abgeschlossen sein und bereits eine Staukapazität von 8,3 Mrd. m³ sichern.

Im zweiten Bauabschnitt ist die Errichtung des eigentlichen Hauptdamms ein durch Granit und Fels gefülltes Zementkorsett - vorgesehen. Gleichzeitig wird durch Aufschütten die Verbindung zwischen dem Hauptdamm und den beiden Kofferdämmen hergestellt. Dieser zweite Bauabschnitt soll Ende 1968 abgeschlossen sein. Erst danach bildet sich der Stausee mit einer Fläche von 4.000 km² und einer Länge von 400 bis 500 km. ²⁾ Bis zu seiner endgültigen Auffüllung verstreicht aber, unter Berücksichtigung der für die Bewässerung notwendigen Abflußmenge sowie der jährlichen Verdunstung, eine Zeitspanne von 15 bis 20 Jahren. ³⁾ Trotzdem wird die im geschilderten Umfang vorgesehene Landgewinnung schon bis 1975 erwartet. ⁴⁾

Neben den unmittelbaren wasserwirtschaftlichen Vorteilen bringt der Stausee mit großer Wahrscheinlichkeit eine Veränderung der Luftfeuchtigkeit und damit eine mittelbare Beeinflussung der Vegetation mit sich. Verschiedentlich werden Vermutungen geäußert, daß sich durch den großen Wasserdruck des Sees die in nordwestlicher Richtung zu den Oasen der westlichen Wüste zielende unterirdische Wasserader verstärken würde. Insofern wirkt sich also der geplante Hochdamm auch auf das

1) Die Erdarbeiten müssen trotzdem zunächst in einer Wassertiefe von 20 bis 30 m begonnen werden, aber immerhin im stehenden Wasser.

2) Aus Vergleichsgründen wird häufig der bisher größte Stausee des Hooverdamms in Boulder/Colorado herangezogen. Er hat zwar eine höhere Staumauer, aber seine Staukapazität macht nur 1/4 der des Sadd el Awas aus.

Vgl. Michaelis, A.: Wirtschaftliche Entwicklungsperspektiven des Mittelens Ostens, Kiel 1956, S. 12 f.

3) Vgl. Brechtel, J.: a. a. O., S. 173.

4) Vgl. S. 96 f.

Eine verstärkte Wasserabgabe an die Landwirtschaft zur Durchführung der Landgewinnungspläne zögert natürlich die Auffüllung des Sees hin

"New-Valley-Projekt" aus. ¹⁾

Die Voraussetzung des Sadd el Ali-Projekts beruht auf einer bestimmten jährlichen Wassermenge des Nils. Diese könnte jedoch im Einzugsgebiet vorgelagerter Länder beeinflusst werden. Hinzu kommt, daß der See in seinem Endstadium bis zu 150 km in den Sudan hineinreicht und dort die Stadt Wadi Halfa unter Wasser setzt.

Durch das Hochdammprojekt wird also eine Reihe nilaufwärts liegender Länder rechtlich und wirtschaftlich berührt. ²⁾ Inwieweit durch diese Länder eine Beeinträchtigung des Sadd el Ali-Vorhabens erfolgen wird, läßt sich heute noch gar nicht voll übersehen.

1) Vgl. S. 97 und S. 135 f.

2) Es handelt sich vor allem um den Sudan, Äthiopien (Ursprungsland des blauen Nils), und Uganda (Speisung des weißen Nils durch den Victoria- und Albertsee). Wenn hier über die Wassermenge verfügt oder durch Staudämme eine Veränderung der Nilschwelle erzielt wird, wäre das Sadd el Ali-Projekt entweder beeinträchtigt oder überflüssig.

Zunächst bestanden Spannungen zwischen dem Sudan und Ägypten. Der Sudan verbraucht im Durchschnitt 4 Mrd. m³/Jahr des Nilwassers. Er beanspruchte bisher die derzeit in Ägypten ungenutzt abfließende Wassermenge von 33 bis 35 Mrd. m³/Jahr vollständig. Vor kurzem wurde vertraglich dem Sudan eine jährliche Wassermenge von 10 Mrd. m³ zuzüglich einer Entschädigung für die entstehenden Verluste zugestanden. Damit wurde die zwischen Ägypten und dem unter englischer Verwaltung stehenden Sudan im Jahre 1929 getroffene Vereinbarung - im Sudan keine Beeinträchtigung der Nilwasserführung vorzunehmen - überholt. Eine ähnliche Vereinbarung von 1902 verpflichtet Äthiopien gegenüber dem Sudan.

Im ganzen besteht die Gefahr einzelstaatlicher Interessenkollision. So verstoßen sich die gewaltigen Projekte, die eine "äquatoriale Wasserregulierung" bis ans den Victoria-, Albert- und Tanasee zurückverlegen. Ihre volle Verwirklichung würde zwar nicht der ägyptischen Landwirtschaft das Wasser entziehen, aber das Regulierungsinstrument des Sadd el Ali überflüssig machen. Der Alleingang Ägyptens ist nur eine Zeitfrage, da die ägyptischen Verhältnisse eine sich über Jahrzehnte erstreckende Durchführung dieser Projekte nicht zulassen.

Vgl. Michaelis, A.: Wirtschaftliche Entwicklungsprobleme ..., a. a. O., S. 93 ff.

Nach diesen Ausführungen über die hydrologischen und technischen Daten des Projekts, die für das Verständnis der energiewirtschaftlichen Fragen notwendig sind, wenden wir uns der Kraftwerksanlage selbst zu

Das Kraftwerk soll wegen des für die Wasserdurchführungskanäle gut geeigneten felsigen Untergrunds am Westufer gebaut werden. Es wird ebenfalls in zwei Bauabschnitten errichtet. Der erste, der mit der letzten Phase des Dammbaus zusammenfällt, sieht 2 Stationen mit je 4 Turbo-Generatorsätzen vor. Die installierte Kapazität jedes Generators soll 135 MW betragen. Im zweiten Bauabschnitt kommen weitere 2 Stationen mit jeweils 4 Turbo-Generatorsätzen zu 175 MW installierter Kapazität hinzu. ¹⁾ Die einzelnen Baustufen sind ihrerseits nach der erwarteten Entwicklung des Strombedarfs zeitlich gestaffelt.

Nach diesen Ausbauplänen stehen in den einzelnen Zeitpunkten folgende installierte Kapazitäten zur Verfügung:

<u>1. Bauabschnitt:</u>		Ende 1968 = 4 x 135 MW = 540 MW	
	Ende 1970 = 4 x 135 MW = 540 MW		1080 MW
<u>2. Bauabschnitt:</u>		Ende 1977 = 4 x 175 MW = 700 MW	
	Ende 1980 = 4 x 175 MW = 700 MW		1400 MW
		Gesamt	2480 MW
		=====	=====

Die entscheidende Frage ist jedoch, mit welcher Leistung durch diese Kraftwerk tatsächlich zu rechnen ist, denn davon hängt der Einsatz anderer Kraftwerke ab. (Z. B. neuer Wärmekraftanlagen oder der Kattar Senke).

Die effektiv verfügbare Leistung dieses Kraftwerks wird, wie bereits angedeutet, letztlich von der für Bewässerungszwecke notwendigen Wassermenge bedingt. Bei der hohen installierten Kapazität des Sadd el Al-Kharrani Kraftwerks tritt die Interessenkollision zwischen energie- und landwirtschaftlichen Belangen im Gegensatz zu dem viel kleineren Assuan-Kraftwerk klar hervor.

Wird eine minimale landwirtschaftlich erforderliche Wassermenge von

1) Vgl. Koshairy, M. A. B. El und Nabih, M. K.: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., S. 12 und Figure 2.

$1.041 \text{ m}^3/\text{sec}$ (= 33 Mrd. m^3/Jahr) unterstellt, so ergibt sich nach Berechnungen der EdF, daß das Kraftwerk nur 530 MW als Spitzenlast erbringen könnte. ¹⁾ Zur Erzeugung dieser Spitzenlast genügen bereits die ersten 4 Einheiten zu je 135 MW, die wegen des landwirtschaftlich kontinuierlichen Wasserabflusses Tag und Nacht voll in Betrieb wären.

In Wirklichkeit liegt zwar die landwirtschaftlich bedingte Durchflußmenge derzeit mit 48 bis 50 Mrd. m^3/Jahr und etwa 61 Mrd. m^3/Jahr ab 1965 ²⁾ weit über dieser theoretischen Annahme. Das ändert jedoch nichts an dem Prinzip, daß von einer bestimmten energiewirtschaftlichen Leistung an (etwa zwischen 1100 und 1200 MW) der zur Elektrizitätserzeugung notwendige Wasserdurchlaß über die Bedürfnisse der Landwirtschaft hinausginge. Denkbar ist auch der andere Fall, daß bei einer entsprechend hohen installierten Kapazität und einem niedrigen Elektrizitätsbedarf der für Bewässerungszwecke erforderliche Wasserdurchfluß zu überschüssiger Stromerzeugung führen würde. ³⁾

Dieses Problem ist zu vernachlässigen, da durch einen dem wachsenden Energiebedarf entsprechenden Einbau der elektrischen Ausrüstung unausgenutzte Energiegewinnung vermieden werden kann.

Um das erste Problem zu beheben, mußte also eine Lösung gefunden werden, die sowohl die freie Beweglichkeit der Stromerzeugung als auch die konstante Wasseroelieferung der Landwirtschaft sichert. Es versteht sich, daß die Wirtschaftlichkeit des Kraftwerks nur dann in vollem Umfang garantiert ist, wenn es den jeweiligen Belastungsschwankungen des Tages, Monats und Jahres nachkommen und vor allem auch die in der Endstufe geplante Kapazität voll ausnutzen kann. Das wäre aber dann

¹⁾ Für die Berechnungen wurden neben der genannten Fließe von $1.041 \text{ m}^3/\text{sec}$ ein Oberwasserspiegel von 175 m (= Wasserspiegel im Becken), ein Unterwasserspiegel von 115 m (= Wasserspiegel unterhalb des Hochdamms, d. h. also im alten Assuan-Becken) und demnach eine nutzbare Fallhöhe von 60 m zugrunde gelegt.

Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. I, a. a. O., S. 24.

²⁾ Vgl. ebenda, Vol. III, a. a. O., Table I/10.

³⁾ Vgl. ebenda, Vol. II, a. a. O., S. 31 ff.

nicht möglich, wenn die verfügbare Leistung sowohl nach oben als auch nach unten durch den konstanten Wasserbedarf der Landwirtschaft begrenzt würde.

Die gefundene Lösung besteht heute darin, daß das alte Assuan-Becken als Reglerbecken verwendet werden soll.¹⁾ Dadurch kann das Kraftwerk Sadd el Ali seinen Wasserdurchlaß in das Staubecken des alten Assuan-Wehrs entleeren und dabei die jeweilig gewünschte Energie erzeugen. Der Assuan-Damm dagegen wird mit besonderen Schleusentoren ausgerüstet, die die Forderung eines landwirtschaftlich regulierbaren Abflusses erfüllen.

Zu späteren Zeitpunkten, da die zunehmende Energieerzeugung von Sadd el Ali (etwa nach dem ersten Teil des zweiten Bauabschnittes) die Speicherkapazität des Assuan-Beckens überbeansprucht, soll dann die erweiterte Esna-Talsperre und das zwischen ihr und dem alten Assuan-Damm liegende Becken die der Bewässerung angemessene Reglerfunktion übernehmen.

Eine andere Möglichkeit bestünde darin, mit der überschüssigen Nachtenergie einen Teil des Wassers aus dem Assuan-Becken zurück in das Hochdammbecken zu pumpen. Die ganze Anlage würde dann als Pumpspeicherkraftwerk arbeiten. Diese Möglichkeit wird jedoch in Ägypten derzeit nicht näher ins Auge gefaßt, da die Verlagerung der Reglerfunktion auf die Esna-Talsperre gleichzeitig eine größere Beweglichkeit in der Stromerzeugung des Assuan-Kraftwerks verspricht.

Auf Grund der geschilderten "freien" Verfügungsmöglichkeit über die Wasserflüsse wird die garantierte Leistung des Sadd el Ali-Kraftwerks unter Berücksichtigung eines Oberwasserspiegels von 175 bis 182 m und eines Unterwasserspiegels von 115 bis 118 m²⁾, also einer nutzbaren

1) Vgl. Koshairy, M. A. B. El und Nabih, M. K.: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., S. 12.

Diese heute vorgesehene Lösung geht auf die Vorschläge der EdF aus den Jahren 1954 zurück.

Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. I, a. a. O., S. 2 und Vol. II, a. a. O., S. 34.

2) Die unbedeutende Schwankungsbreite des Unterwasserspiegels, d. h. des Oberwasserspiegels des Assuan-Kraftwerks, bringt in Verbindung mit dem kontinuierlichen Abfluß die relativ geringe Schwankungsbreite der Assuan-Höchstlast nach Errichtung des Sadd el Ali-Kraftwerks mit sich.

Vgl. S. 126.

Fallhöhe von 60 m, wie folgt angegeben: 1)

Ende 1967	540 MW	
./. 1 Reserveeinheit	<u>135 MW</u>	405 MW
Ende 1969	<u>540 MW</u>	945 MW
Ende 1977	<u>700 MW</u>	1645 MW
<u>Ende 1980</u>		<u>700 MW</u>
Gesamt:		2345 MW
=====		=====

Hieraus ergibt sich, daß als Reserve nur eine einzige Einheit zu 135 MW für notwendig erachtet wird. 2)

Die jährliche Arbeit dieses Kraftwerks wird nach seinem Endausbau auf 10 Mrd. kWh geschätzt, was bei einer garantierten Höchstlast von 2.345 MW einer Benutzungsdauer von 4.300 h entspricht. Diese Stromerzeugung soll insbesondere dem steigenden Bedarf im Delta gerecht werden, da der Süden des Landes vorerst ausreichend vom Assuan-Kraftwerk versorgt wird. Das verlangt aber einen Stromtransport über eine Entfernung von etwa 800 km (Assuan - Kairo), was sowohl technisch wie auch wirtschaftlich große Probleme aufwirft. 3)

Von dem gesamten Roharbeitsvermögen des Nils mit ca. 23 Mrd. kWh werden demnach durch das Assuan- und Sadd el Ali-Kraftwerk nur ca. 13 Mrd. kWh wahrgenommen. Das Hydro-Electrical-Department im Ministry of Public Works denkt daher ernsthaft an die Energieausnutzung einiger Niltalsperren. In Betracht kommen hierbei nur diejenigen Talsperren, die in dem noch günstigen Gefälle des Nils von 88 m unterhalb Assuans bis 46 m unterhalb Assyuts liegen. 4) Das sind von Süden nach Norden Esna, Nag Hammadi und Assyut.

In Nag Hammadi besteht bereits eine der beiden kleineren Wasserkraftstationen Ägyptens mit einer installierten Kapazität von 3 MW. 5)

1) Vgl. Koshairy, M. A. B. El und Nabih, M. K.: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., S. 12, S. 15 und Figure 2.

2) Von einer besonderen Berücksichtigung des Eigenbedarfs wurde offensichtlich abgesehen. Das erscheint gerechtfertigt, da dieser mit $\approx 1,0\%$ bei Laufkraftwerken vernachlässigt werden kann.
Vgl. Musil, L.: a. a. O., S. 84.

3) Vgl. S. 147.

4) Die Höhenangaben sind auf den Meeresspiegel bezogen.

5) Vgl. S. 33.

Die gesamte Höhe dieser Talsperre beträgt derzeit 4 m. Die bisherige Unregelmäßigkeit in der Wasserführung des Nils machte allerdings eine wirtschaftliche Verwertung dieser durch die genannten Talsperren gegebenen Energiequellen unmöglich. Die Wasserregulierung durch den Hochdamm in Verbindung mit einer Erhöhung dieser Talsperren sichert eine über das ganze Jahr konstante wirtschaftliche Nutzfallhöhe.

Die gegenwärtigen Pläne sehen als installierte Kapazität vor: ¹⁾

für Esna	55 MW
für Nag Hammadi	50 MW
<u>für Assyut</u>	<u>38 MW</u>
Gesamt	143 MW
=====	=====

Von dieser installierten Kapazität wird nach Abzug von Reserveeinheiten bis Ende 1974 eine garantierte Kapazität von etwa 100 MW erwartet. ²⁾

Nach der geschilderten Übernahme der Reglerfunktion durch die Esna-Talsperre kann auch an eine Erweiterung des Assuan-Kraftwerks gedacht werden, da dann auch hier eine gewisse Unabhängigkeit des Wasserdurchlasses gegeben ist. Es wird daran gedacht, seine installierte Kapazität bis Ende 1975 um weitere 352 MW zu erhöhen, die gleichzeitig nahezu vollständig als garantierte Leistung anzusetzen sind. ³⁾

Unter Berücksichtigung einer angemessenen Benutzungsdauer kann die jährliche Erzeugung der Niltalsperren und des Kraftwerks Assuan II auf etwa 3,3 Mrd. kWh geschätzt werden.

1) Vgl. Koshairy, M. A. B. El und Nabih, M. K.: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., S. 13.

2) Vgl. ebenda, Figure 2.

3) Die Ende 1975 bestehende Differenz zwischen den ersten 352 MW installierter Kapazität und der tatsächlich in der Dezemberspitze verfügbaren Leistung von 250 MW wird als Reserve für genügend erachtet. Beim Neuzugang wird daher kein Reserveabschlag mehr vorgenommen.

Vgl. Koshairy, M. A. B. El und Nabih, M. K.: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., S. 15 und Figure 2.

Vgl. auch S. 125 f.

Als letztes der genannten hydraulischen Kraftwerksprojekte bleibt nun noch die Kattara-Senke zu besprechen. Es handelt sich hierbei um eine natürliche Bodensenke in der Libyschen Wüste, also im Nordwesten Ägyptens, die etwa 70 km vom Mittelmeer, 250 km von Kairo und 180 km von Alexandrien entfernt ist. Ihre größte Flächenausdehnung ist in Höhe des Meeresspiegels 19.500 km^2 , 50 m unterhalb des Meeresspiegels nurmehr 13.500 km^2 . ¹⁾ Der tiefste Punkt liegt 134 m unter dem Meeresspiegel. Im Mittel ist eine Höhe von - 60 m gegeben. ²⁾ Dieses Gefälle kann durch "Anzapfung" des Mittelmeers energiewirtschaftlich genutzt werden.

Die Kattara-Senke hat schon seit 30 Jahren das geographische und geologische Interesse geweckt. Das Ergebnis dieser Untersuchungen ist die Grundlage für alle nachfolgenden energiewirtschaftlichen Überlegungen. ³⁾ Alle Studien über dieses Projekt beruhen mit gewissen Varianten auf dem Prinzip, daß der Zufluß vom Mittelmeer der Verdunstungsmenge des im Endzustand in der Senke entstehenden Binnenmeers entsprechen muß. Neben den energiewirtschaftlichen Möglichkeiten werden noch eine Reihe anderer Vorzüge dieses Projekts genannt.

Bei einer Verdunstungsmenge von 500 bis $600 \text{ m}^3/\text{sec}$ wird - ähnlich dem Sadd el Ali - eine erhöhte Luftfeuchtigkeit sowie eine günstige Beeinflussung des Grundwasserstroms, der vom südlichen Niltal in den Oasengürtel der westlichen Wüste zielt, erwartet. ⁴⁾ "Nach gründlichen Studien der Geographen BALL, HELLSTRÖM und MURRAY dürfte feststehen, daß dieser Grundwasserstrom heute zum größten Teil in der "Verdunstungspanne" der Kattara leider nutzlos endet." ⁵⁾ Es wird daher angenommen,

1) Vgl. Pawlitzki, U.: Das Kattara-Projekt, in: EW, 59. Jg. (1960), H. 10, S. 339.

2) Die folgenden Höhenangaben sind immer - soweit nichts anderes erwähnt wird - auf den Meeresspiegel bezogen.

3) Vgl. Ball, J.: Problems of the Libyan Desert, in: The Geographical Journal, Bd. 70 (1927), S. 21 ff.

4) Ball, J.: The Qattara Depression of the Libyan Desert and the possibility of its Utilization for Power-Production, in: The Geographical Journal, Bd. 82 (1933), S. 289 ff.

4) Vgl. S. 128 f.

5) Pawlitzki, U.: a. a. O., S. 338.

daß das sich bildende Binnenmeer diese Verdunstungspfanne beseitigt. Der Sadd el Ali-Stauung wird ein verstärkter Druck auf diesen Grundwasserstrom zugeschrieben, während das Kattara-Binnenmeer als Gegen- druck dienen soll. Dadurch wird mit einer Stauung des Grundwassers in der westlichen Wüste gerechnet, was erst die Verwirklichung des New-Valley-Projekts ermöglicht. ¹⁾

Der erste energiewirtschaftliche Plan geht auf BALL zurück, der als mögliche Wasserzuflußmenge $656 \text{ m}^3/\text{sec}$ errechnete. Sie entspricht der Verdunstungsmenge eines bei - 50 m gebildeten Sees mit einer Oberfläche von 13.500 km^2 .

Auf dieser Studie baute der Schweizer GRÜNER auf ²⁾, dessen Vorschläge allerdings durch die neuesten Pläne des Hydro-Electrical-Department überholt sind. Nach ihm sollte das Mittelmeerwasser zunächst durch einen 10 km langen offenen Kanal geleitet werden. Dieser Kanal sollte dann in zwei 60 km lange Stollen mit einem Durchmesser von 18 m einspeisen. An ihrem Ende waren mit einem Niveauunterschied von 50 m die Krafthäuser geplant. Im ganzen war an 6 Turbinen mit einem maximalen Durchsatz von $850 \text{ m}^3/\text{sec}$ gedacht. Diese weit über die durchschnittliche Verdunstungsmenge hinausgehende Fließe war allerdings nur für die Zeit der Hochwasserführung des Nils vorgesehen, in der bei dem Assuan-Kraftwerk bekanntlich mit einem starken Leistungsabfall zu rechnen ist. ³⁾ Das Kraftwerk sollte eine Höchstlast von 300 MW bringen. Seine jährliche Erzeugung wurde auf 2 Mrd. kWh geschätzt.

Das Hydro-Electrical-Department hat neuerdings einen Plan ausgearbeitet

1) Vgl. Pawlitzki, U.: a. a. O., S. 339.

Zur Prüfung dieser Überlegungen wurde vor kurzem eine deutsche Studienkommission nach Ägypten eingeladen, deren Bericht jedoch noch aussteht. Vgl. Frankfurter Allgemeine vom 19. 4. 1960, Nr. 91, S. 9.

2) Vgl. Grüner, E.: Hydraulische Planung im Mittleren Orient, in: Neue Züricher Zeitung vom 6. 1. 1955, S. 8. Diese Veröffentlichung ist die Zusammenfassung der von Grüner 1949 der ägyptischen Regierung unterbreiteten Pläne.

3) Vgl. S. 125.

Zur Zeit der ersten Planeinreichung durch Grüner war das Sadd el Ali-Projekt noch nicht geboren und die Kattara-Senke von ihm als Ergänzung des Assuan-Kraftwerks gedacht.

der durch eine andere Wahl der Anfangs- und Endpunkte eine Verkürzung der Wasserzuleitungsstrecke auf 56 km ermöglicht. ¹⁾ Davon sollen nur 15 km als Tunnel, der Rest als offener Ableitungskanal gebaut werden. Das Wasser soll in einen Speicher geleitet werden, der durch einen 5 km langen Damm von der eigentlichen Kattara-Senke abgeschirmt wird. Die Kraftstation und der Durchführungsstollen sind als Bestandteile des Damms vorgesehen. Bis zur Füllung des Sees wird eine Fließe von $1.000 \text{ m}^3/\text{sec}$ vorgeschlagen. Sie würde den See bei einem Wasserspiegel von - 50 m innerhalb von 30 Jahren füllen. Danach soll die Fließe entsprechend der Verdunstung auf $656 \text{ m}^3/\text{sec}$ gedrosselt werden.

Bei einer installierten Kapazität von 600 MW kann nach Angaben des Hydro-Electrical-Department während der Füllung des Sees mit einer jährlichen Erzeugung von 2,54 Mrd. kWh, danach nurmehr von 2,12 Mrd. kWh gerechnet werden. Als garantierte Höchstlastwerte werden 295 MW bzw. 242 MW genannt. ²⁾

UITTING unterbreitete in dem bereits erwähnten Bericht einen weiteren Vorschlag, der sich insbesondere durch eine weitaus höhere Spitzenlast auszeichnet. ³⁾

Er geht von einer Verdunstungsfläche von 12.000 km^2 , also einem Wasserspiegel von - 60 m, aus. Dieser Verdunstungsfläche entspricht eine Verdunstungsmenge von $570 \text{ m}^3/\text{sec}$. Bei diesem Zufluß bildet sich nach den Berechnungen UITTINGS das Binnenmeer erstmals nach 75 Jahren. Eine völlige Versalzung wird erst nach etwa 1.000 Jahren eintreten. Neben einem Laufkraftwerk mit 250 MW installierter Kapazität schlägt UITTING ein Spitzenkraftwerk mit 1.000 MW Höchstlast vor. Beide sollen - das eine als Grundlastwerk im Dauerbetrieb, das andere als Spitzenkraftwerk in den Stunden des höchsten Bedarfs - eine jährliche Arbeit von 2 Mrd. kWh erzeugen.

Bei der von ihm gewählten Route ergibt sich eine Trassenführung, die mit

1) Vgl. Koshairy, M. A. B. El und Nabih, M. K.: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., S. 14 f.

2) Vgl. ebenda, S. 15.

3) Vgl. Uitting, O. K. M.: a. a. O., S. 282 ff.

60 km etwas über den ägyptischen Vorschlag hinausgeht. Sein Plan sieht außerdem 2 Tunnels mit einem Durchmesser von je 15 bis 16 m vor, die jeweils eine Fieße von $275 \text{ m}^3/\text{sec}$ zulassen. Dadurch wird ein schneller Teilausbau des Kraftwerks möglich.

Der Bau eines Spitzenkraftwerks, das also kurzfristig starke Wasserfließen benötigt, setzt bei dem gegebenen regelmäßigen Zufluß vom Meer einen Tagesspeicher von etwa 25 Mio. m^3 Nutzinhalt voraus. Das Becken soll zwischen Stollenende und Kraftwerk eingeschaltet werden und in der Zeit der Betriebsruhe den Zufluß vom Meer speichern. In den wenigen Stunden des Spitzenbedarfs soll es dann die zur Erzeugung der Höchstleistung notwendige Fieße von $2.200 \text{ m}^3/\text{sec}$ abgeben.

UITTING verspricht sich, insbesondere wegen der hohen Nebenkosten des Ausbaus, wie sie durch Trassenführung, Stollen, Planierung usw. verursacht werden, eine Senkung der Investitionskosten je installiertes kW und demnach eine gegenüber den anderen Ausbauprojekten der Kattara-Senke erhöhte Wirtschaftlichkeit. ¹⁾ Die geringe Entfernung zu den Verbrauchsschwerpunkten im Delta läßt zudem die Energieübertragung in einem gegenüber dem Sadd el Ali-Kraftwerk günstigen Licht erscheinen.

Wir kennen nun die mutmaßliche Bedarfsentwicklung und den Beitrag einzelner Projekte zur Deckung dieses Bedarfs. Es wird im folgenden zu prüfen sein, inwieweit beide Größen einander im Zuge der Entwicklung entsprechen.

3. Die Beurteilung des geplanten Ausbaus der Erzeugungsanlagen im Hinblick auf die angenommene Bedarfsentwicklung

Als Maßstab der Beurteilung dient uns die tendenzielle Höchstlastentwicklung, die im optimalen Fall von der zukünftigen Erzeugungskapazität garantiert werden muß.

Wie an anderer Stelle ausführlich dargestellt, ist die Reservekapazität der Erzeugungsanlagen derzeit in Ägypten - elektrizitätswirtschaftlich gesehen - stark überdimensioniert. ²⁾ Die Gründe wurden mit dem ungenügenden Verbundbetrieb, der langen Ausreifungszeit neuer Kraftwerks-

1) Vgl. Uitting, O. K. M.: a. a. O., S. 287.

2) Vgl. S. 36 f.

projekte auf der einen Seite und dem erwarteten starken Bedarfsanstieg auf der anderen Seite gekennzeichnet. ¹⁾

Im zukünftigen Entwicklungsprozess darf mit einer derartigen Überdimensionierung nicht gerechnet werden. Eine ständig überhöhte Kapitalbindung und folglich übermäßige Fixkostenbelastung (Abschreibung, Verzinsung) würde entweder die Wirtschaftlichkeit der EVU oder bei Weitergabe an die Abnehmer deren Wirtschaftlichkeit beeinträchtigen. Das letztere gilt insbesondere für die im Aufbau befindliche chemische und metallurgische Industrie mit einem Stromkostenanteil von 10 bis 40 % an den Gesamtkosten. ²⁾

Es wird also darauf ankommen, die Höchstlast in diese zunächst noch freien Kapazitäten hineinwachsen zu lassen und dann gemäß der Maxime Höchstlast $\approx$ garantierte Leistung eine zeitlich einander entsprechende Entwicklung dieser beiden Größen anzustreben. Inwieweit dieser Forderung durch die geplanten Kraftwerke entsprochen wird, zeigt uns die folgende tabellarische Gegenüberstellung der angenommenen Entwicklung der Höchstlast ³⁾ und der durch den geplanten Ausbau erwarteten garantierten Leistung des Erzeugungssystems (vgl. Übersicht 20).

Zur Bestimmung der garantierten Kapazität werden dabei von ägyptischer Seite folgende Abschläge von der vorgesehenen installierten Kapazität vorgenommen: ⁴⁾

Bei den Wärme kraftwerken wird die größte Erzeugungseinheit der in naher Zukunft im Verbundsystem arbeitenden Deltakraftwerke als Reserve abgesetzt. Die verbleibende installierte Kapazität wird um weitere 20 % gekürzt. ⁵⁾

Beim Assuan-Kraftwerk wird bis zur Inbetriebnahme des Sadd el Ali mit einer garantierten Leistung von 345 MW, d. h. mit der in der Dezember-

1) Vgl. S. 37.

2) Vgl. S. 41.

3) Vgl. Übersicht 18, S. 116.

4) Vgl. Koshairy, M. A. B. El und Nabih, M. K.: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., S. 15.

5) Die zusätzlichen 20 % der Wärmekraftreserve setzen sich aus dem Eigenbedarf der Kraftwerke von 6 % und einer weiteren Reserve von 14 % zusammen.

Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. I, a. a. O., S. 18.

spitze verfügbaren Leistung, gerechnet. Danach können nurmehr 250 MW angesetzt werden, da die Oberwasserregulierung durch das Sadd el Ali-Projekt zu einem Leistungsabfall der Assuan-Anlage führt. ¹⁾ Auf eine zusätzliche Reserve wird verzichtet, da dieser Leistungsabfall sowie so um mehr als eine Einheit (= 47,5 MW) unter der installierten Kapazität liegt.

Von den Niltalsperren wird im ganzen eine garantierte Leistung von 100 MW erwartet. ²⁾

Beim Sadd el Ali-Kraftwerk wird 1 Turbo-Generatorsatz zu 135 MW als Reserve berücksichtigt. ³⁾

Übersicht 20: Entwicklung der Höchstlast und der garantierten Kapazität bis 1985 (ohne Kattara-Ausbau) in MW

Zeit	Höchstlast		garantierte Kapazität ⁴⁾		
	Verfasser	Electricity Comm.	Wärme-kraft	Wasser-kraft	Gesamt
1958	353	353	598	2	600
1965	1230	1150	1000	347	1347
1970	1800	1625	953 ⁵⁾	1197	2150
1975	2500	2250	953	1647	2600
1980	3300	3000	953	3047	4000
1985	4170	4000	953	3047	4000

Aus dieser Tabelle ergibt sich zunächst, daß die von dem geplanten Au

1) Vgl. S. 125 f. und S. 132.

2) Vgl. S. 134.

3) Vgl. S. 133.

4) Die in Übersicht 20 zusammengestellte garantierte Leistung ergibt sich aus den in Kapitel III/2 b genannten installierten Kapazitäten abzüglich der obenstehenden Reserveabschläge.
Vgl. S. 124 ff.

5) Die Verminderung der garantierten Wärmekraftleistung ist durch die triebseinstellung überalterter Anlagen zwischen 1965 und 1970 bedingt. Das betrifft vor allem die ersten Einheiten der Kraftwerke Saptieh (Baujahr 1920), Karmouz (Bauzeit 1921 - 1926), El Atf, Bilquas sowie Shou (Bauzeiten 1930 - 1938). Der größte Teil der Wärmekraftkapazität stammt allerdings aus der Zeit nach 1950. Hieraus erklärt sich die geringfügige Kapazitätsverminderung.

Vgl. Schelter, J.: a. a. O., S. 204.

bau erwartete garantierte Leistung - mit Ausnahme der von uns für 1985 prognostizierten Spitzenlast - die jeweiligen Höchstlastwerte ausreichend deckt. Außerdem wird ersichtlich, daß die in den einzelnen Zeitpunkten vorhandene Überdeckung gegenüber 1958 relativ abnimmt.

Diese Zeitpunkt Betrachtung ist jedoch insofern einseitig, als wir es bei dem Ausbau der Anlagen mit einem ruckartigen Vorgang zu tun haben, während der Bedarf kontinuierlich zunimmt. In Bild 17 werden daher Höchstlast und garantierte Leistung in der Zeit dargestellt. Die eingezeichneten Vorstellungen über den Höchstlastverlauf entsprechen:

1. einem denkbaren maximalen Entwicklungstrend, wie er sich aus den von uns maximal prognostizierten Arbeitswerten mit einer Benutzungsdauer von 6.000 h errechnet ¹⁾,
2. dem von uns als Durchschnittswert aus verschiedenen Annahmen ermittelten "Normaltrend" ²⁾,
3. der Erwartung der Electricity Commission ³⁾,
4. der Entwicklungslinie der EdF ⁴⁾.

Der Bedarf der Düngemittelfabrik bzw. der chemischen Industrie wird jeweils additiv behandelt. Darüber setzen sich dann die einzelnen Entwicklungslinien in der angegebenen Richtung fort.

Das Bild läßt erkennen, daß zwar in den jeweiligen Zeitpunkten der Betriebsaufnahme einzelner Kraftwerke gegenüber den beiden mittleren Höchstlasttrends unausgenutzte Anlagen bestehen, daß jedoch die Höchstlastentwicklung immer sehr rasch in die freien Kapazitäten hineinwächst. Z. T. ist dabei die Deckung so bemessen, daß jede Verzögerung in der Betriebsaufnahme der verschiedenen Projekte ein Defizit von 100 bis 200 MW pro Jahr zur Folge hätte.

Etwa 1985 ist die von ägyptischer Seite unterstellte Leistungsfähigkeit des geplanten Ausbaus gegenüber den mittleren Entwicklungslinien der Höchstlast erschöpft. Im ganzen vermag jedoch die von dem geplanten Ausbau der Erzeugungsanlagen erwartete garantierte Leistung der mittleren Bedarfsentwicklung gerecht zu werden. Dagegen fallen die beiden extremen

1) Vgl. Übersicht 16, S. 112.

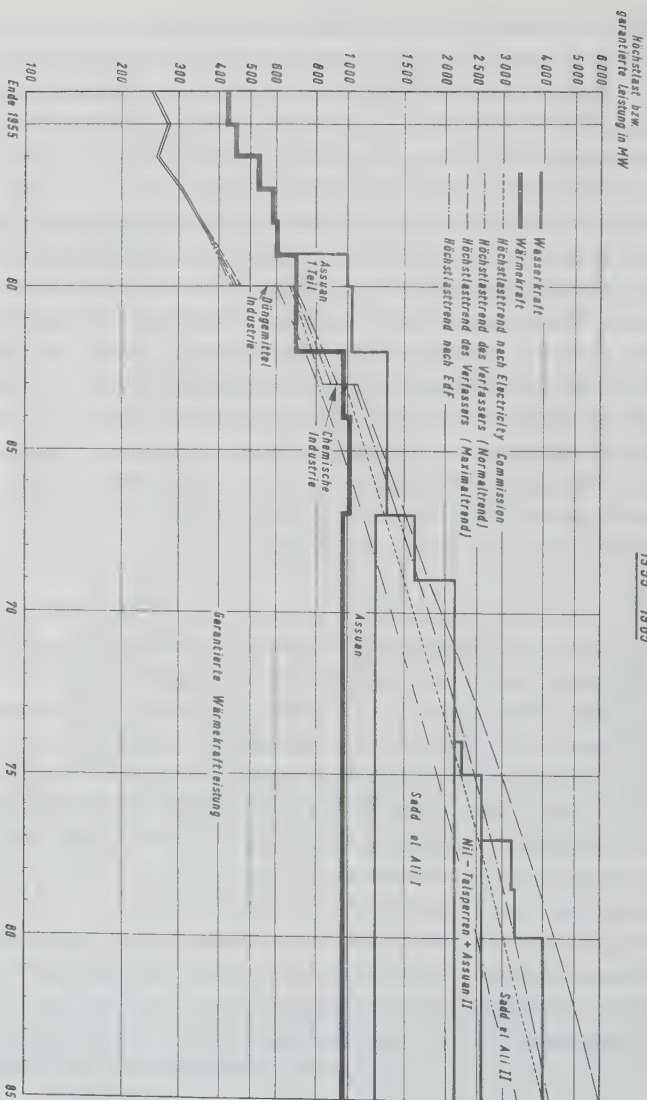
2) Vgl. S. 113 ff.

3) Vgl. Übersicht 18, S. 116.

4) Vgl. Übersicht 18, S. 116.

Gegenüberstellung der verschiedenen Annahmen über die Höchstlastentwicklung
und der garantierten Kapazität des geplanten Ausbaus in Ägypten

1955 – 1985



Höchstlasttrends sowohl nach oben als auch nach unten aus dem Rahmen. Sollte die Bedarfszunahme in schwächeren Proportionen, d. h. etwa in der von der EDF angenommenen Größenordnung vor sich gehen, so wäre dem durch eine entsprechende Verzögerung im Ausbau der Anlagen zu begegnen. Eine stärkere Entwicklung müßte eine vorzeitige Inangriffnahme des Kattara-Projekts zur Folge haben. Vorerst wird jedoch von ägyptischer Seite an eine Realisierung dieses Plans vor Erschöpfung der Energie-reserven des Nils nicht gedacht. ¹⁾

Die vorgesehenen Kraftwerke scheinen auch eine Deckung der zukünftigen jährlichen Arbeitswerte zuzulassen. Auf Grund der jeweils zu den einzelnen Projekten gemachten Angaben über die mögliche Jahresarbeit ²⁾ ergibt sich zusammen mit den bereits bestehenden Anlagen eine jährliche Erzeugung von 23 bis 25 Mrd. kWh, die je nach Ausnutzungsdauer geleistet werden kann. Damit wird aber der von uns für 1985 erwartete Arbeitsbedarf gedeckt. ³⁾

Bisher haben wir die von ägyptischer Seite aus der zukünftigen installierten Kapazität abgeleitete garantierte Kapazität kritiklos übernommen. Für sie konnten wir im ganzen feststellen, daß sie den mittleren Bedarfsanfall der Höchstlast zu befriedigen vermag.

Es bleibt jedoch zu prüfen, ob die Annahmen, unter denen die garantierte Leistung zustandekommt, realistisch sind. Die garantierte Leistung ergibt sich immer als installierte Kapazität abzüglich eines bestimmten Reservefaktors. Wenn dieser Reservefaktor im zukünftigen Entwicklungsprozess angemessen unterstellt ist, dann muß auch die installierte Kapazität des Planausbaus der von uns mittels bestimmter Reserveüberlegungen aus den erwarteten Höchstlastwerten gewonnenen installierten Kapazität entsprechen. ⁴⁾

In Übersicht 21 haben wir die von uns aus der Höchstlastprognose der Electricity Commission bzw. aus unserem "Normaltrend" abgeleiteten (notwendigen) installierten Kapazitäten den Werten des Planausbaus

1) Vgl. Frankfurter Allgemeine vom 28. Juni 1960, Nr. 141, S. 7.

2) Vgl. S. 124 ff.

3) Vgl. S. 114.

4) Vgl. Übersicht 19, S. 118.

gegenübergestellt.

Übersicht 21: Vergleich der notwendig erachteten installierten Kapazität mit der geplanten installierten Kapazität (ohne Kattara-Ausbau) in MW ¹⁾

Zeit	Aus der Höchstlastentw. abgeleit. notw. install. Kapazität		installierte Kapazität des Planausbaus				
	Verfasser	Electricity Comm.	Wärme-kraft	in % v. Gesamt	Wasser-kraft	in % v. Gesamt	Gesamt
1958	784	784	778	99	6	1	784
1965	1600	1500	1298	78	358	22	1656
1970	2340	2110	1233	46	1438	54	2671
1975	3160	2850	1233	39	1933	61	3166
1980	4020	3660	1233	27	3333	73	4566
1985	4900	4700	1233	27	3333	73	4566

Es ergibt sich, daß die beabsichtigte installierte Kapazität bis etwa 1980 ausreicht. Danach liegt sie - selbst für die niedrigere Bedarfsannahme der Electricity Commission - unter den von uns für notwendig erachteten Größen.

Der Grund ist darin zu sehen, daß die Electricity Commission im Zuge der Entwicklung offensichtlich mit einer Verbesserung des Reservefaktors von gegenwärtig 23 % ²⁾ auf 12 % rechnet. ³⁾ Die Unterstellung eines derart günstigen Reservefaktors erklärt, warum aus einer installierten Kapazität im geplanten Endausbau von 4.566 MW eine garantierte Leistung von 4.000 MW ⁴⁾ erwartet wird.

1) Die installierte Leistung des Planausbaus wurde auf Grund der zu den einzelnen Projekten gemachten Angaben zusammengestellt. Vgl. S. 124 ff.

2) Vgl. S. 117.

3) Das wird zwar nicht ausdrücklich ausgesprochen, läßt sich jedoch aus der gesamten installierten Kapazität des Planausbaus von 4.566 MW und der von ihr erhofften garantierten Leistung in Höhe von 4.000 MW errechnen.

Vgl. bezüglich der garantierten Leistung Übersicht 20, S. 140.

4) Vgl. Übersicht 20, S. 140.

Wir haben an anderer Stelle zur Aufrechterhaltung einer gesicherten Stromversorgung eine Mindestreserve von 15 % genannt.¹⁾ Mit diesem Abschlag errechnet sich aus der installierten Kapazität des Planausbaus von 4.566 MW nur noch eine garantierte Leistung von 3.880 MW.

Ab 1980 erscheint uns daher die Reservehaltung zu knapp bemessen und, um die gleiche - im ganzen gegenüber der mittleren Bedarfsentwicklung für ausreichend befundene - garantierte Leistung von 4.000 MW zu gewährleisten, müßten ca. 200 bis 300 MW mehr installiert werden. Demnach wäre die Deckung auch des von ägyptischer Seite erwarteten Höchstlasttrends bereits nach 1980 in Frage gestellt und an eine vorzeitige Inangriffnahme des Kattara-Projekts zu denken.

Die Übersicht 21 läßt außerdem den volligen Strukturwandel erkennen, der sich innerhalb der Elektrizitätswirtschaft Ägyptens im Zuge der Entwicklung vollziehen wird. Der Anteil der Wärmekraft an der Gesamtkapazität wird sich laufend zurückbilden und 1980 nurmehr 27 % ausmachen. Die Stromerzeugung wird damit überwiegend auf wasserkraftbasis beruhen.

Nachdem wir uns mit der elektrizitätswirtschaftlichen Entwicklung sowohl von der Bedarfs- als auch von der Deckungsseite auseinandergesetzt haben, wollen wir noch die Frage beantworten, inwieweit durch das elektrizitätswirtschaftliche Wachstum der Forderung des energetischen Vorlaufs entsprochen wird.

In Bild 18²⁾ haben wir die angestrebte Entwicklung des Volkseinkommens in Indexform der Indexreihe der erwarteten Stromerzeugung gegenübergestellt. In den Jahren bis 1970 zeigt sich klar der intensive Vorlauf der Stromerzeugung. Ihre Steigerung um das 5fache wird von einer Erhöhung des Volkseinkommens um nicht ganz das Doppelte begleitet, was in der Relation dem energetischen Vorlauf der USA in den ersten 10 Jahren ihrer gezeigten Entwicklung ähnlich ist.³⁾

1) Vgl. S. 117.

2) Die Indexreihe der angestrebten Volkseinkommensentwicklung (National Income) wurde auf Grund der vom Ministry of Industry genannten absoluten Werte errechnet.

Vgl. Ministry of Industry: Industry after the Revolution ..., a. a. O., S. 99.

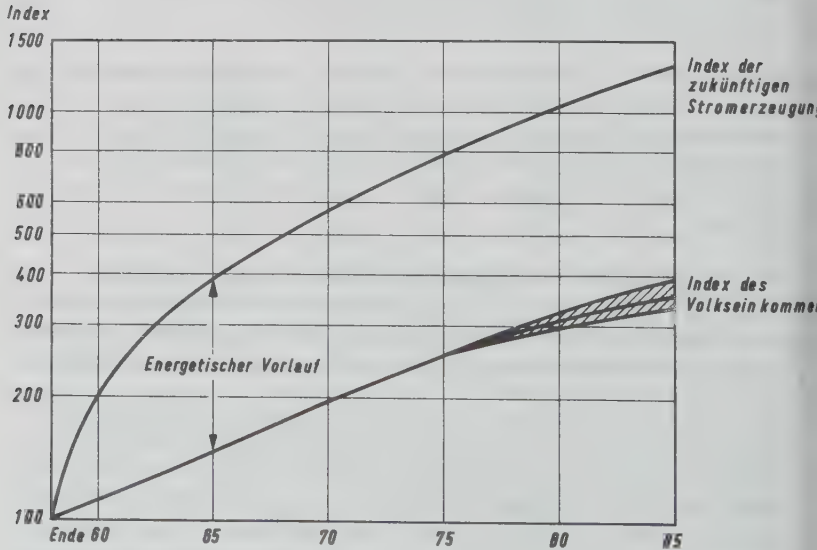
Die Indexreihe der Stromerzeugung wurde aus unseren Prognosewerten errechnet.

Vgl. S. 114.

3) Vgl. S. 81.

Danach ist eine zunehmende Parallelität im Trend der beiden Größen zu beobachten.

Zukünftige Entwicklung des Volkseinkommens
und der Stromerzeugung in Ägypten



4. Der Netzausbau im Plan

Den vorgesehenen Ausbau des Erzeugungssystems muß eine parallele Entfaltung der Verteilungsanlagen begleiten. Für unsere Zwecke genügt es zu zeigen, wie die Vermaschung bestehender Netzanlagen durch die Auslegung neuer Leitungssysteme langfristig gesehen wird.

Im Vordergrund der Bemühungen stehen die Ziele einer zunehmenden Erfassung der zahlreichen "Inselbetriebe" und die Erschließung noch nicht elektrifizierter Gebiete durch die öffentliche Stromversorgung. Gleichzeitig soll eine verstärkte verbundwirtschaftliche Zusammenarbeit der verschiedenen Kraftwerke erreicht werden. Erst dadurch wird eine entscheidende Verringerung der Reservekapazität bisher auf sich selbst gestellter Kraftwerke, eine bessere Ausnutzung der installierten Kapazität sowie eine erhöhte Wirtschaftlichkeit des gesamten Erzeugungssystems möglich sein.

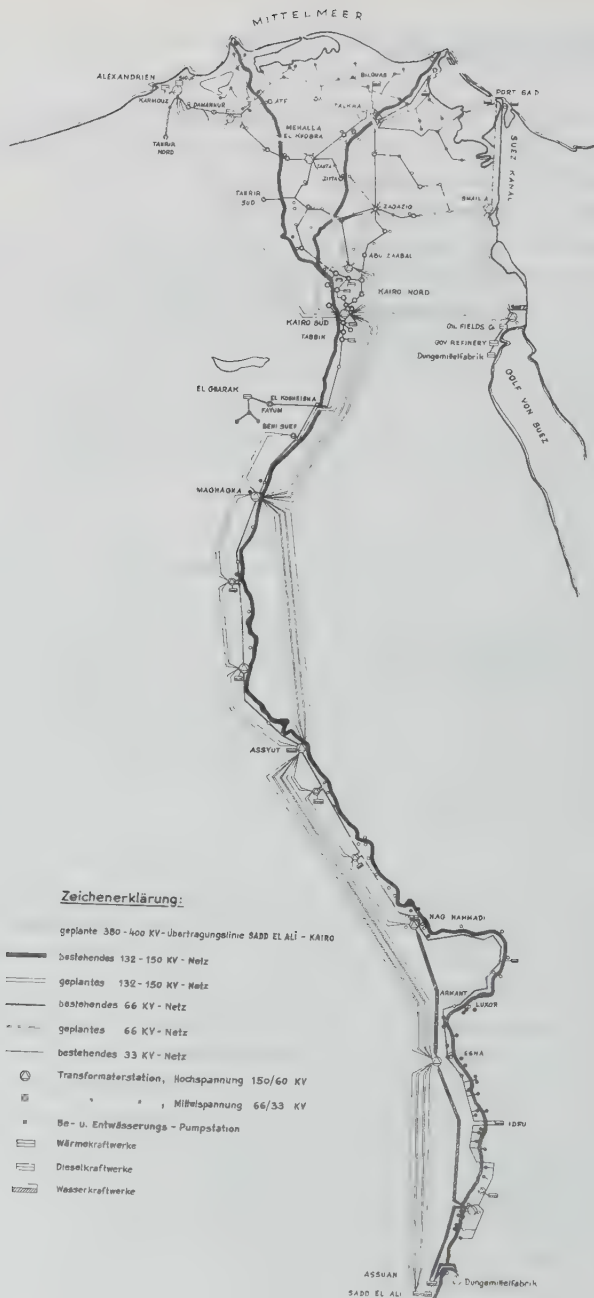
In Bild 19 ¹⁾ wird das bestehende Hochspannungsnetz sowie die langfristige Planung der Hochspannungsübertragungs- und -verteilungsleitungen gezeigt. Der wirkliche Ausbau wird mit großer Wahrscheinlichkeit in gewissen Grenzen davon abweichen, da es bei einer derartig langfristigen Betrachtung nahezu unmöglich ist, den örtlichen Bedarf exakt zu bestimmen, selbst wenn die Prognose des Gesamtbedarfs genau eintreffen sollte. Die Durchführung dieses Plans wird sich daher in großer Beweglichkeit laufend an der regionalen Verbrauchsentwicklung zu orientieren haben. Das gleiche gilt in verstärktem Maße für die Mittel- und Niederspannungsnetze.

Aus dem Bild wird ersichtlich, daß bei dem bestehenden Hochspannungsnetz, das größtenteils zu 66 kV ausgelegt, aber nur mit 33 kV betrieben wird ²⁾, mit dem vor kurzem fertiggestellten Anschlußkabel Zagazig - Abu Zaabal die letzte noch notwendige Verbindung innerhalb des Deltas geschaffen wurde. Nach Süden wurde diese Leitung systemig von El Tabbin bis Beni Suef geführt.

Im kurzfristigen Ausbauprogramm soll insbesondere eine stärkere Vermaschung im Delta (Anschluß- und Stichleitungen zur Kanalzone) so-

1) Quelle: Koshairy, M. A. B. El und Nabih, M. K.: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., Bild 1.

2) Vgl. S. 38.



wie die Verbindung der beiden in Oberägypten existierenden 66/33 kV-Netze miteinander und in Weiterführung bis Beni Suef auch mit dem Delta durchgeführt werden. Mit der Verwirklichung dieser Pläne wird bis 1965 gerechnet.

Die fortschreitende Vermaschung, der Lastanstieg im 66 kV-Netz und die Notwendigkeit der Überbrückung größerer Entfernungen (bis zu 200 km) zwingen zur Einführung einer höheren Spannung. Sie ist zwischen 132 und 150 kV vorgesehen. Vor kurzem wurde der erste Streckenausbau im südlichen Niltal (Assuan - Nag Hammadi) mit einer Betriebsspannung von 132 kV beendet. Er dient der Übertragung der Assuan-Kraftwerksleistung an die genannten Verbrauchergruppen in Oberägypten.¹⁾ Jedoch soll der weitere Ausbau gemäß internationalem Standard mit 150 kV erfolgen.²⁾

Im langfristigen Ausbau ist geplant, folgende Hauptkraftwerke und Stationen durch 150 kV-Übertragungsleitungen zu verbinden:

Alexandrien - Kairo-Nord - Kairo-Süd - Beni Suef - Nag Hammadi.

Dort erfolgt der Anschluß an das 132 kV-Netz Nag Hammadi - Assuan.

Nach der Fertigstellung des Sadd el Ali-Kraftwerks muß die dort erzeugte Energie in die Verbrauchsschwerpunkte des Deltas bis zu 800 km transportiert werden.

Die Hauptprobleme einer derartig weitgeführten Übertragungsleitung sind technisch die Stabilität, das Verhalten bei Kurzschluß, der Ausfall einer Leitung, der plötzliche Lastabfall sowie die besondere Gefahr durch die Sandstürme. Studien an Netzmodellen und umfangreiche Berechnungen haben als günstige Betriebsspannung 380 bis 420 kV ergeben.³⁾ Auf der wirtschaftlichen Seite liegen die Probleme insbesondere in den hohen Investitionskosten dieser Übertragungsleitung und ihrer Umspannstationen.⁴⁾

Diese Gesichtspunkte lassen das Sadd el Ali-Kraftwerk zunächst in einem recht ungünstigen Licht erscheinen. Als Alternative würde sich daher eine mehr verbrauchsorientierte Stromerzeugung anbieten. Diese wäre

1) Vgl. S. 126.

Auch die Verbindung zur Düngemittelfabrik wird mit 132 kV betrieben.

2) Vgl. Aoshairy, M. A. B. El und Nabih, M. K.: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., S. 16.

3) Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. II, a. a. O., S. 42 ff.

4) Vgl. S. 156.

nur durch einen angemessenen Ausbau der Wärmekraftwerke im Delta und/oder die vorzeitige Ausnutzung der Kattara-Senke denkbar. Die erste Möglichkeit findet ihre Begrenzung in dem Engpaß an geeigneten Brennstoffen, der nur über den Import von Öl oder Kohle zu beheben wäre. Die Rücksicht auf die Zahlungsbilanz verbietet diese Art der Bedarfsdeckung. Die Kattara-Senke könnte zwar zeitweilig die Sadd el Ali-Kraftstation ersetzen, jedoch ist bei dem unterstellten Bedarfsanstieg der Einsatz der Wasserenergie am Hochdamm nicht zu umgehen.

So erscheint die Frage standortgebundene oder verbrauchsorientierte Stromerzeugung für den ägyptischen Fall illusorisch.³⁾ Der grundsätzliche Strukturwandel der ägyptischen Elektrizitätswirtschaft von der Wärmekraft- zur Wasserkraftbasis wird sich nicht umgehen lassen. Für Länder, deren Stromerzeugung durch die Wasserkraft standortgebunden ist, ist aber ein sehr dichtes und vor allem langes Leitungsnetz typisch.⁴⁾

Die geplante 400 kV-Übertragungsleitung soll im Endausbau 3systemig bis nach Kairo geführt werden. Für die Inbetriebnahme der ersten 4 Einheiten sind allerdings 2 Systeme ausreichend, so daß nicht vor 1970 mit der dritten Leitung gerechnet werden muß.⁵⁾ Dabei darf der größte Abstand zwischen den vorgesehenen 400/150 kV-Unterstationen - sie dienen gleichzeitig der Versorgung der parallel laufenden 150 kV-Schiene - unter günstigen Umständen nicht mehr als 200 km betragen.⁶⁾ Deshalb sind 4 Schaltwerke geplant, die bei Esna, Assut, Maghagha und

1) Vgl. S. 119 f.

2) Dabei wird von der gegenüber gut ausgenutzten Wasserkraftwerken gegebenen Unwirtschaftlichkeit der Wärmekraftwerke einmal ganz abgesehen. Vgl. hierzu S. 154 f.

3) In der Bundesrepublik war vor wenigen Jahren ein Streit um diese grundsätzliche Frage entbrannt, der durch ein "salomonisches Urteil" der VDEW dahingehend beendet wurde, daß beide - standortgebundene wie verbrauchsorientierte Stromerzeugung - je nach den Umständen des realen Falls ihre Berechtigung haben.

Vgl. Entschließung des Vorstandes und des Vorstandsrats der VDEW, in: EW, 53. Jg. (1954), H. 7, S. 184.

4) Vgl. Weber, W.: Österreichs Energiewirtschaft, Wien 1957, S. 186.

5) Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. II, a. a. O., S. 26.

6) Vgl. ebenda, Vol. I, a. a. O., S. 26.

Kairo-Süd liegen.

Über den Ausbau der Mittel- und Niederspannungsnetze läßt sich im einzelnen nichts sagen. Es ist anzunehmen, daß sich für das Mittelspannungsnetz eine Betriebsspannung von 10 kV und für das Niederspannungsnetz von 380/220 V durchsetzen wird. ¹⁾ Eine langfristige Planung ist für diese Netze verfehlt. Da sie nur über kurze Distanzen geführt werden, kann ihr Ausbau relativ kurzfristig mit dem örtlichen Bedarfsanfall erfolgen.

Die geschilderte Entfaltung der Elektrizitätswirtschaft wäre ohne die Behandlung der damit verbundenen Investitionen unvollständig. Diesem Fragenkreis wenden wir uns abschließend zu.

IV. DIE BESTIMMUNG DES ZUKÜNFTIGEN INVESTITIONSVOLUMENS IN DER ELEKTRIZITÄTSWIRTSCHAFT DER VEREINIGTEN ARABISCHEN REPUBLIK / ÄGYPTISCHE REGION

1. Der Investitionsbedarf für die Erzeugungs- und Verteilungsanlagen

Die Grundlage für die Errechnung des Investitionsbedarfs ist die installierte Kapazität. Wir gehen dabei von der installierten Kapazität des Planausbaus aus, obwohl wir diesen - selbst unter Zugrundelegung des ägyptischen Energiebedarfstrends (Höchstlastentwicklung) - nach 1980 für zu niedrig angesetzt hielten. ²⁾ Die im folgenden angegebenen Investitionssummen sind daher nur als notwendiger Minimalbedarf zu verstehen. Jede stärkere elektrizitätswirtschaftliche Entwicklung wird eine gegenüber dem Plan erhöhte installierte Kapazität und mit ihr größere Investitionen bedingen. Die installierte Kapazität ist insofern Richtschnur aller Investitionsüberlegungen, als mittels erfahrungsgemäß festgestellter spezifischer

1) Vgl. Schelter, J.: a. a. O., S. 213.

2) Vgl. S. 144.

... können nur eine angenäherte Abschätzung des Geldkapitals zur Finanzierung der Investitionen vorgenommen werden kann.¹⁾ In jedem Falle handelt es sich um Schätzwerte. Trotzdem wird die damit angestrebte Aussage nicht wesentlich beeinträchtigt, da auch die angenäherten Größen eine Vorstellung vom Finanzmittelbedarf und den gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen dieser Investitionen vermitteln. Die Anlagekosten je installiertes kW²⁾ schwanken nicht nur für die verschiedenen Kraftwerkstypen in einer beachtlichen Breite, sondern sie sind auch von Land zu Land recht verschieden.³⁾ Sowohl beim Dampf- als auch beim Wasserkraftwerk beeinflussen die jeweiligen örtlichen Verhältnisse mehr oder weniger stark die spezifischen Anlagekosten.

Bei den Dampfkraftwerken variieren sie je nach der installierten Gesamtgröße, dem verwendeten Brennstoff sowie dem grundsätzlichen Aufbau. Hier sei nur an die Möglichkeit der Blockschaltung oder an den Einsatz mehrerer Kessel je Turbosatz, an ein reines Kondensationskraftwerk oder an ein solches mit Dampfabgabe, an Frischwasser- oder Rückkühlbetrieb gedacht. Weiterhin hängen die spezifischen Investitionskosten davon ab, ob die Verteilungsanlagen, die Lade- und Transporteinrichtungen der Brennstoffe, die Gebäude und Nebenanlagen mit einbezogen oder ausgeklammert werden.

In noch stärkerem Maße bedingen die natürlichen Verhältnisse die Anlagekosten der Wasserkraftwerke. Bei Lauf- und Speicherkraftwerken ist eine enge Abhängigkeit von der Wassermenge und der Fallhöhe gegeben. Davon wird die Größe der Auslegung, also die installierte Kapazität, bestimmt. Je größer die Auslegung ist, desto geringer wirken sich die relativ fixen Nebenkosten, wie Geländeaufbereitung, Baustelleneinrichtung, Wehr usw. bezogen auf 1 kW der installierten Kapazität aus. Diese wenigen Ausführungen erklären die große Streubreite der Schätz-

1) Der hier gewählte Kapitalbegriff ist also mit dem Geldkapitalbegriff im Sinne von Investitionsfinanzierungsmitteln identisch. Vgl. Preiser, E.: Sparen und Investieren, in: Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik, Jg. 1944, Bd. 159, S. 257 ff.

2) Die folgenden Wertangaben beziehen sich immer auf 1 installiertes kW, so daß die Angabe "je kW" genügt.

3) Die jeweils angegebenen Preise je kW berücksichtigen keine in- zwischen erfolgte Preisänderung, sondern beziehen sich immer auf den Zeitpunkt der jeweiligen Veröffentlichung.

4) Vgl. Musil, L.: a. a. O., S. 90.

werte je installiertes kW.

So werden für Dampfkraftwerke z. B. folgende Angaben gemacht:

410 - 600 DM / kW ¹⁾

400 - 825 DM / kW ²⁾

480 DM / kW ³⁾

437 - 446 DM / kW ⁴⁾

270 - 550 DM / kW ⁵⁾

Dabei handelt es sich um Erfahrungswerte beim Ausbau von Wärmekraftanlagen in der Bundesrepublik.

Zwei auf den Verhältnissen unterentwickelter Länder beruhende Studien nennen Werte zwischen 705 und 870 DM/kW ⁶⁾ bzw. 588 und 764 DM/kW ⁷⁾.

Für Ägypten besteht die Möglichkeit, auf Grund der bekannten Investitionskosten neuerer Wärmekraftwerke und der dort installierten Kapazität einen Durchschnittswert zu errechnen. Das gesamte Investitionsvolumen (ohne Verteilungsanlagen) in den Kraftwerken Kairo-Süd, Kairo-Nord, Tabbin, Siouf und Damanhour betrug 18,9 Mio. £E. ⁸⁾ Die installierte Kapazität dieser Kraftwerke macht zusammen 345 MW aus. ⁹⁾ Hieraus

1) Vgl. VDEW: Ringbuch für Energiewirtschaft, Frankfurt a. M. (laufende Ergänzung), I, 142,5 - 1.

2) Vgl. May, W. v.: Gedanken zum Ausbau der deutschen Wasserkräfte, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Nr. 45 (1949), S. 14.

3) Vgl. Krönke, H. - Plochg, M. - Wissel, P.: a. a. O., S. 97.

4) Vgl. Adolph, J. - Melchinger, E. - Wolf, M.: a. a. O., S. 35 ff.

5) Vgl. Koch, J.: Anlagekosten und Wärmeverbrauch von Dampfkraftwerken, in: Verbrauchsorientierte Stromerzeugung, hrsg. von F. Marguerre, Baden-Baden 1951, S. 149 ff.

6) Vgl. Daniel, G. H. und Robinson, E. A. G.: Planning of Investment in Fuel and Power in Under-Developed Countries, *PC, Belgrad 1957, Bericht A/15, S. 11.

Die Angaben werden in Pfund Sterling gemacht: £ 60 - £ 74. Sie wurden mit dem Mittelkurs von 1959 umgerechnet. Danach ist 1 £ = 11,76 DM.

7) Vgl. Jukes, J. A.: a. a. O., S. 3.

Seine Angaben sind in Pfund Sterling gemacht: £ 50 - £ 60.

8) Vgl. Koshairy, M. A. B. El und Mitarbeiter: Electrical Power and Energy Requirements ..., a. a. O., S. 9.

9) Vgl. Übersicht 7, S. 31 und S. 124.

ergeben sich als durchschnittliche spezifische Anlagekosten 55 LE oder 633 DM/kW. ¹⁾ Für Kairo-Süd läßt sich analog 71,7 LE/kW, für Damanhour dagegen nur 41,7 LE/kW feststellen.

Die Durchschnittsgröße paßt sich sehr gut in die oben genannten Erfahrungswerte ein. Für den Investitionsbedarf des Wärmekraftausbaus werden wir daher mit 55 LE/kW rechnen.

Die spezifischen Investitionskosten von Wasserkraftanlagen liegen im allgemeinen weit über den vergleichbaren Größen von Wärmekraftwerken. Für die Bundesrepublik werden Schätzwerte zwischen 1.000 und 2.200 DM genannt. ²⁾

JUKES gibt für die Verhältnisse von Entwicklungsländern 1.058 bis 1.294 DM/kW an. ³⁾ In Indien wird mit einem Mischwert Wasserkraft-/Wasserkraftanlagen von 1.000 Rupien, also etwa 882 DM/kW gerechnet. ⁴⁾

In Ägypten selbst ist nur durch das Assuan-Kraftwerk ein gewisser Anhaltspunkt gegeben. Die gesamten Investitionen dieses Projekts (ohne Verteilungsanlagen) beliefen sich auf 29,3 Mio. LE. ⁵⁾ Installiert wurden bekanntlich 352 MW. ⁶⁾ Das entspricht spezifischen Anlagekosten in Höhe von 83,2 LE/kW oder 1.003 DM/kW.

Obwohl sich dieser Wert schon an der Untergrenze der für Wasserkraftanlagen üblichen Kosten bewegt, wäre es doch gefährlich, ihn auch auf die übrigen Wasserkraftprojekte, insbesondere auf das Sadd el Ali-Kraftwerk zu übertragen.

Für das Sadd el Ali-Kraftwerk gelten besondere Maßstäbe. So wird ein Großteil der fixen Nebenkosten (z. B. der Damm) dem landwirtschaftlichen Bereich zugeordnet. Hinzu kommt die hohe Auslegung

1) Als Umrechnungskurs wurde 1 LE = 12,06 DM angesetzt. Er entspricht dem Mittelkurs des Jahres 1959.

2) Vgl. Adolph, J. - Melchinger, E. - Wolf, M.: a. a. O., S. 35 ff.: 1200 - 2000 DM/kW.

Vgl. May, W. v.: a. a. O., S. 14: 550 - 2200 DM/kW.

Vgl. Reindl, C. und Dachauer, G.: Die Wasserkraftdarbietung der Bundesrepublik und die Einfuhrmöglichkeit aus Österreich, in: Verbrauchsorientierte Stromerzeugung, a. a. O., S. 110 f.: 1400 DM/kW.

3) Vgl. Jukes, J. A.: a. a. O., S. 3: £ 90 - £ 110.

4) Vgl. Lahiri, A. und Ghosal, A.: a. a. O., S. 3. 100 Rupien = 88,20 DM (Mittelkurs 1959).

5) Vgl. Koshairy, M. A. B. El und Nabih, M. K.: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., S. 16.

6) Vgl. S. 125.

von insgesamt 2.480 MW, was den Anteil der fixen Nebenkosten je installiertes kW stark herabdrückt.

Die EdF hatte auf Grund dieser Überlegungen für einen damals vorgesehenen Teilausbau des Sadd el Ali auf 1.152 MW das gesamte Investitionsvolumen (ohne Damm und 400 kV-Übertragungsleitung) auf 67 Mio. LE veranschlagt. ¹⁾ Hieraus ergeben sich als spezifische Investitionskosten 58 LE/kW. Das ist ein extrem niedriger Wert, der nur um weniges die durchschnittlichen Anlagekosten der Wärmekraftwerke übersteigt. Da keine weiteren Investitionsüberlegungen hinsichtlich des Sadd el Ali vorliegen, schließen wir uns dem Schätzwert der EdF an und rechnen mit 58 LE/kW für die gegenüber der EdF geänderte neue Ausbaugröße des Hochdammkraftwerks. ²⁾

Für die Ausnutzung der Niltalsperren und die Erweiterung des Assuan-Kraftwerks kommen derartig niedrige spezifische Anlagekosten nicht in Betracht.

Für die Niltalsperren dürften bei ihrer geringen Ausbauleistung im günstigsten Falle 70 LE/kW zu erwarten sein.

Für die Erweiterung des Assuan-Kraftwerks wollen wir 65 LE/kW ansetzen. Dieser Wert ist mindestens zu unterstellen, selbst wenn ein Teil der Nebenkosten des Erstausbaus nicht mehr anfallen wird.

Auf der Grundlage dieser Ausführungen errechnen sich in Verbindung mit der zeitlichen Ausbauplanung der einzelnen Projekte ³⁾ folgende Investitionen:

1) Nach der EdF sollte der maximale Ausbau des Sadd el Ali 24 Einheiten zu 72 MW = 1.728 MW erreichen. Für die Investitionsüberlegungen wurde nur der Ausbau bis 1975 in Höhe der ersten 16 Einheiten zu 72 MW = 1.152 MW herangezogen.

Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. I, a. a. O., S. 18 ff. und S. 41 f.

2) Dabei bleibt festzuhalten, daß es sich um einen besonders niedrigen Wert handelt. Er unterstreicht demnach die an anderer Stelle getroffene Feststellung, bei der Bestimmung des Investitionsvolumens Minimalerfordernisse aufzuzeigen.

Vgl. S. 149.

3) Vgl. hierzu die in Kapitel III, S. 124 ff. zu den einzelnen Projekten gemachten Terminangaben.

Übersicht 22: Zukünftige Investitionen in den Erzeugungs-
anlagen ohne die Kraftwerke Siouf, Damanhour
und Assuan I ¹⁾ 1960 - 1980

Zeit	Zugang Wärme- kraft in MW	LE/kW	Invest. in Wärme- kraft in Mio. LE	Zugang Wasser- kraft in MW	LE/kW	Invest. in Was- serkraft in Mio. LE	Gesamt- Investi- tionen in Mio. LE
1960 - 65	440	35	24,2	-	-	-	24,2
1965 - 70	-	-	-	1080 (Saddel Ali I)	58	62,6	62,6
1970 - 75	-	-	-	143 (Niltal- sperren)	70	10,0	32,9
	-	-	-	352 (Assuan II)	65	22,9	
1975 - 80	-	-	-	1400 (Saddel Ali II)	58	81,2	81,2
1960 - 80	440	-	24,2	2975	-	176,7	200,9

Wegen des hohen Investitionsaufwands für die Wasserkraftanlagen liegt es nahe, diese ins Verhältnis zu einem entsprechenden Wärmekraftausbau zu setzen. Dabei kann der Wirtschaftlichkeitsvergleich nicht auf der Basis des Investitionsvolumens erfolgen.

Sicherlich würde in dieser Art ein entschieden geringerer Investitionsbedarf für die gleiche Wärmekraftkapazität anstehen. Ein solcher Wirtschaftlichkeitsvergleich ist nur auf der Grundlage kapitalisierter Kosten möglich.

Berechnungen der EdF haben ergeben, daß für das Sadd el Ali bei einer Ausbauleistung von 1.152 MW und einem Zinsfuß von 5 % (Abschreibung und kalkulatorische Zinsen) bis 1975 kapitalisierte Kosten in Höhe von 129 Mio. LE auflaufen werden. Verzinst wurde dabei ein Gesamtinvestitions-

1) Diese 3 Kraftwerke sind bereits Anfang 1960 in Betrieb und daher in die mit dem Jahre 1960 beginnenden Investitionsüberlegungen nicht mehr einzubeziehen.
Vgl. S. 124 f.

volumen von 99 Mio. LE, das neben dem Kapitalkaufwand für die Erzeugungsanlagen auch den Investitionsbedarf für die 400 kV-Übertragungsleitung einschließt. Im Vergleich hierzu betragen die kapitalisierten Kosten einer entsprechenden Wärmekraftleistung im gleichen Zeitraum 273 Mio. LE.¹⁾ Der Grund ist in dem mit einem hohen Ausnutzungsgrad gegebenen überproportionalen Brennstoffkostenanstieg dieser Kraftwerke zu sehen.

Wenn auch die von der EdF zugrunde gelegten Daten mit dem heutigen Planausbau des Sadd el Ali nicht mehr übereinstimmen, so bleibt doch das Faktum einer gewaltigen volkswirtschaftlichen Kostenersparnis durch den Ausbau der Wasserkraft bestehen, wenn - und das ist die entscheidende Voraussetzung - eine hohe Ausnutzung erreicht wird. Daher wird es langfristig darauf ankommen, das Sadd el Ali-Kraftwerk in zunehmendem Maße die Deckung der Grundlast übernehmen zu lassen. Erst dann werden sich die Hoffnungen erfüllen, die durch die Energiegewinnung am Hochdamm eine Senkung der spezifischen Kosten auf 2 bis 3 %/kW erwarten.²⁾

Mit dem Aufwand für die Erzeugungsanlagen ist nur ein Teil der elektrizitätswirtschaftlichen Investitionen bestimmt. Daneben sind erhebliche Summen für die Hoch-, Mittel- und Niederspannungsnetze einschließlich der entsprechenden Umspannanlagen aufzubringen.

In der Bundesrepublik steckten 1950 2/3 des gesamten Wiederbeschaffungswerts der öffentlichen Elektrizitätswirtschaft in den Übertragungsleitungen.³⁾ Im Laufe der Entwicklung vollzog sich also ein Investitionsverhältnis der Erzeugungs- zu den Übertragungsanlagen von 1 : 2. Dabei darf allerdings nicht vergessen werden, daß die Stromerzeugung der Bundesrepublik überwiegend auf Wärmekraft beruht. Das bedeutet gegenüber Wasserkraftländern niedrigere Investitionen in den Erzeugungsanlagen und folglich einen - trotz kürzerer Netzstrecken - wertmäßig größeren Anteil der Netz- an den Gesamtinvestitionen.

1) Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. I, a. a. O., S. 16 ff.

2) Vgl. Schelter, J.: a. a. O., S. 211.

Hier sei an den gegenwärtigen Durchschnittspreis der kWh in Ägypten erinnert, der bei ca. 15 % liegt.
Vgl. S. 42.

3) Vgl. Fischer, B.: a. a. O., S. 177.

Für Ägypten ist die zunehmende Umstrukturierung zur Wasserkraft bezeichnend. Trotz der langen Streckenführung (z. B. durch die 400 kV-Übertragungsleitung Assuan - Kairo) kann wegen der höheren Investitionskosten in den Erzeugungsanlagen angenähert ein Verhältnis von 1 : 1,3 unterstellt werden. Danach wäre bei einem Investitionsvolumen in den Erzeugungsanlagen von 200 Mio. LE für die Übertragungsanlagen 260 Mio. LE aufzuwenden.

FRANK hat auf Grund der Verhältnisse in der Bundesrepublik eine spezifische Kostengröße errechnet, nach der 1 installiertes kW (in den Erzeugungsanlagen) 700 DM für den Netzausbau erfordert. ¹⁾ Danach würde sich bei einer installierten Leistung von 3.415 MW ein Investitionsvolumen für die Netzanlagen von ca. 2,4 Mrd. DM oder ca. 200 Mio. LE ergeben. ²⁾ Dieser Wert ist allerdings wegen der andersartigen Struktur der Elektrizitätswirtschaft in der Bundesrepublik für ägyptische Verhältnisse zu niedrig angesetzt.

Die von der EdF für eine auch im wesentlichen noch heute gültige Streckenführung genannten Schätzwerte sind: ³⁾

Investitionen für die Hauptübertragungsleitung	
Sadd el Ali - Kairo	32 Mio. LE
Investitionen für die 132/150 kV-Übertragungs-	
leitung Assuan - Kairo	7 Mio. LE
Investitionen für das 150 kV-Übertragungssystem	
im Delta	9 Mio. LE
Investitionen für das 66 kV-Netz	6 Mio. LE
Investitionen für das Mittel- und Nieder-	
spannungsnetz	168 Mio. LE
Summe:	222 Mio. LE
=====	=====

Davon sind ca. 20 % allein durch die Umspannanlagen bedingt.

Der geplante Netzausbau dürfte also weitere 220 bis 240 Mio. LE beanspruchen. Im ganzen kann also unter vorsichtigen Schätzungen die vorgesehene Entfaltung der ägyptischen Elektrizitätswirtschaft (Er-

1) Vgl. Frank, K.: Finanzierungsaufgaben beim Ausbau der kommunalen Energie- und Wasserversorgung, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Nr. 52 (1957), S. 184.

2) Vgl. bezüglich des Gesamtzugangs an installierter Leistung Übersicht 22, S. 154.

3) Vgl. EdF: General Electrification Scheme ..., Vol. II, a. a. O., S. 99 ff.

zeugungs- und Verteilungsanlagen) in den nächsten 20 Jahren auf 420 Mio. LE veranschlagt werden.

Jeder sträkere Bedarfszuwachs wird einen vorzeitigen Ausbau der Kattara-Senke herbeiführen müssen. Dadurch würden sich die Investitionen - je nach Wahl des Projekts - um weitere 83 bis 181 Mio. LE erhöhen. ¹⁾

Es ergibt sich, daß mit einer derartigen Investitionsgröße in einem einzigen Wirtschaftszweig eine Reihe von Fragen entsteht, die gerade eine unterentwickelte Volkswirtschaft mit der für sie typischen Kapitalknappheit vor schwere Probleme stellt. Eine detaillierte Behandlung all dieser Fragen würde unsere Problemstellung weit überschreiten. Wir wollen daher nur einige grundsätzliche Bemerkungen zum Charakter dieser Investitionen und den Möglichkeiten ihrer Finanzierung machen.

2. Beurteilung und Finanzierungsaspekte der elektrizitätswirtschaftlichen Investitionen

Mit einem vorsichtig angesetzten Investitionsvolumen von 420 Mio. LE (ausschließlich der Kosten für den Sadd el Ali-Hochdamm) beansprucht der Ausbau der ägyptischen Elektrizitätsversorgung in den nächsten 20 Jahren einen Finanzmittelbedarf, der - um einmal zu einer Relation zu kommen - nahezu der Hälfte des derzeitigen Volkseinkommens entspricht. ²⁾

Der geometrische Wachstumsverlauf im Bedarf an elektrischer Energie

1) Nach Grüner muß für den Kattara-Ausbau mit 110 Mio. LE gerechnet werden. Das sind unter Berücksichtigung der von ihm unterstellten installierten Kapazität 367 LE/kW. Seine Investitionsangaben wurden jedoch von ägyptischer Seite unter Berücksichtigung der neuesten Preise umbewertet. Danach würde sich das Projekt Grüners auf 256 Mio. LE, das sind 853 LE/kW, stellen. Das Hydro-Electrical-Department veranschlagt die Kosten seines Plans auf 181 Mio. LE, das sind 301 LE/kW. Vgl. Koshairy, M. A. B. El und Nabih, M. K.: Electrical Power Generation and Distribution ..., a. a. O., S. 14 f.

Am niedrigsten sind die Angaben Uittings, der für das geschilderte Laufkraftwerk ein Investitionsvolumen von 83,2 LE und für das Speicherkraftwerk von 125 Mio. LE berechnet hat. Im ersten Falle entspricht das spezifischen Kosten von 333 LE/kW, im zweiten Falle von 125 LE/kW. Vgl. Uitting, O. K. M.: a. a. O., S. 285 f.

2) Nach Angaben des Ministry of Industry ist das National Income derzeit auf ca. 950 Mio. LE zu veranschlagen. Vgl. Ministry of Industry: Industry after the Revolution ..., a. a. O. S. 99.

verlangt einen zeitlich entsprechenden Ausbau der Erzeugungs- und Verteilungsanlagen. Die Reifezeiten der einzelnen Projekte in Verbindung mit einer die kurzfristige Bedarfsentwicklung berücksichtigenden Auslegung der Kraftwerke ergibt jene charakteristische stufenförmige Entfaltung der Kapazitäten.¹⁾ Ihr entspricht jedoch eine zeitlich relativ gleichmäßig ansteigende Entwicklung des Finanzmittelbedarfs. Der Hinweis auf die Vorfinanzierung sowie die Finanzierung während der eigentlichen Bauzeit mag dies verdeutlichen. Den geometrischen Verlauf des Elektrizitätsbedarfs begleitet also eine ähnlich gelagerte Verlaufskurve der Investitionen.

Die diesen Investitionen in der Literatur zugeschriebene Erschließungsfunktion rechtfertigt trotzdem keinen unproportionierten Aufwand. Die Elektrizitätswirtschaft ist nur ein Teilbereich der Gesamtwirtschaft. Ihre Entwicklung hat sich demnach in dem "richtigen" Verhältnis zur gesamtwirtschaftlichen Entfaltung zu vollziehen. Die güterwirtschaftliche Erscheinung eines ausgewogenen elektrizitäts- und gesamtwirtschaftlichen Wachstums haben wir in den vorstehenden Ausführungen immer wieder in den Vordergrund gestellt. Sie fand generell ihren Ausdruck in dem Postulat des energetischen Vorlaufs in den Anfangsphasen der Entwicklung.

Im Falle unseres speziellen Untersuchungsobjekts wurde von dem angestrebten wirtschaftlichen Wachstum Ägyptens ausgegangen und hieraus der Ausbau des elektrizitätswirtschaftlichen Erzeugungs- und Verteilungssystems abgeleitet. Am Ende dieser Überlegungen stand der wertmäßige Ausdruck dieser Entfaltung, die Größe der Investition.

So wie sich letztlich die sachseitige Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft wertmäßig in die Investitionsgröße übertragen läßt, können auch die geplanten Ausbauprogramme aller einzelnen Wirtschaftszweige in den gesamtwirtschaftlichen Investitionen ausgedrückt werden. Die Investitionen in der Elektrizitätswirtschaft und die in der Gesamtwirtschaft müssen aber einander entsprechen, da jeder überdimensionierte Finanzmittelaufwand für den Sektor Elektrizität eine Mittelvorenhaltung für die übrigen Sektoren der Wirtschaft bedeutet.

1) Vgl. hierzu Bild 17, S. 141.

Dadurch wird deren sachseitiger Ausbau beschränkt und damit die von hier ausgehenden Energiebedürfnisse. Die falsche Mittelverteilung findet also güterwirtschaftlich ihre Entsprechung in mangelnden bzw. überschüssigen Kapazitäten.

Es ist dies die von allem Anfang an herausgestellte Forderung des "balanced growth", mit den Worten von NURKSE: "The inducement to invest is limited by the size of market." ¹⁾ Die Größe des Marktes wird aber nicht nur von der im Zuge der Entwicklung wirksamen Nachfrage bestimmt, sondern ebenso von der Kapitalangebotsseite. Insofern wird also die Forderung des "balanced growth" zu einem Problem " ... of its effects on the demand of capital". ²⁾

Demnach lautet unsere Fragestellung: Harmonisiert der Schritt für Schritt abgeleitete Kapitalbedarf in der ägyptischen Elektrizitätswirtschaft mit der aus der angestrebten gesamtwirtschaftlichen Entwicklung abzuleitenden Gesamtinvestition?

Es gilt also, Kriterien zu finden, die uns eine Beurteilung dieser Frage erlauben. Das ist zunächst ein theoretisches Problem.

Ansätze in dieser Richtung sind mit einer Arbeit von BIAGGI - BOSELLI - FROSSI gegeben. ³⁾ In dieser Arbeit wird für einige Länder verschiedener Entwicklungsstufen in einem bestimmten Jahr das Verhältnis "Investitionen in der verarbeitenden Industrie : installierten kW in den Erzeugungsanlagen" untersucht. Die Verfasser kamen zu dem Ergebnis, daß mit zunehmendem Entwicklungsgrad ein Anstieg dieser Kennziffer zu beobachten ist. Eine unmittelbare Beziehung zwischen den Investitionen im industriellen Bereich und denen der Elektrizitätswirtschaft wird nicht hergestellt. Durch die Zeitpunkt Betrachtung wird dieser Ansatz - ganz abgesehen von der Einschränkung auf den Bereich der verarbeitenden Industrie - dem dynamischen Aspekt des "balanced growth" nicht gerecht.

1) Nurkse, R.: a. a. O., S. 6.

2) Ebenda, S. 12.

3) Vgl. Biaggi, F. - Bosselli, F. - Frossi, P.: Rapport entre les immobilisations de capital dans l'industrie manufacturière et la puissance génératrice alimentant cette industrie, WPC, Belgrad 1957, Bericht A/33.

In Beantwortung unserer Frage gilt es zunächst einmal, die aus der postulierten gesamtwirtschaftlichen Entwicklung Ägyptens notwendige gesamtwirtschaftliche Investitionsrate abzuleiten.

Das modelltheoretische Instrumentarium ist mit der modernen Wachstumstheorie gegeben. Auf eine Darstellung der im wesentlichen auf HARROD und DOMAR zurückgehenden Zusammenhänge können wir verzichten.

Bei einer unterstellten Bevölkerungszuwachsrate (q) und dem Postulat der Zuwachsrate des Volkseinkommens je Kopf (r) läßt sich ausgehend vom Volkseinkommen am Anfang der betrachteten Periode (Y_{t-n}) das Volkseinkommen nach n Jahren (Y_t) nach der Beziehung

$$(1) \quad Y_t = r^n \cdot q^n \cdot Y_{t-n}$$

bestimmen. ¹⁾

Die Größen r und q entnehmen wir aus den offiziellen ägyptischen Vorstellungen. Es wird eine Steigerung des spezifischen Volkseinkommens von 38,5 LE im Jahre 1956 auf 77 LE im Jahre 1976, d. h. also eine Verdoppelung in 20 Jahren, postuliert. Im gleichen Zeitraum wird eine Bevölkerungsentwicklung von 22,5 auf 32 Mio. erwartet. ²⁾ Diese Annahmen entsprechen einer Steigerung des Volkseinkommens je Kopf von 3,5 % p. a. und einer Zunahme der Bevölkerung von 1,6 % p. a. Beide Werte sind sehr optimistisch angesetzt. Wir brauchen nur an die tatsächliche Bevölkerungsentwicklung der letzten Jahre zu denken, die wir mit 2,4 % p. a. angegeben haben. ³⁾ Nehmen wir trotzdem diese Postals gegeben hin, so errechnet sich für die Wachstumskoeffizienten nach der Beziehung $1 + \frac{p}{100}$:

$$r = 1,035$$

$$q = 1,016.$$

Für 1 Jahr ergibt sich nach (1):

$$Y_t = 1,035 \cdot 1,016 \cdot Y_{t-1} = 1,0516 \cdot Y_{t-1}$$

Hieraus geht hervor, daß das gesamte Volkseinkommen um jährlich 5,2 %

1) Vgl. Jürgensen, H.: Die Funktionen des Kapitalimports für Entwicklungsländer, in: Probleme der Finanzierung von Investitionen in Entwicklungsländern, a. a. O., S. 54.
Der Einfachheit halber werden die dort gewählten Bezeichnungen übernommen. r und q sind als jährliche prozentuale Steigerungsrate mittels der Beziehung $1 + \frac{p}{100}$ in den jeweiligen Wachstumskoeffizienten einer regelmäßigen geometrischen Reihe zu überführen. Eine langfristige Konstanz für diese beiden Größen wird trotz berechtigter Bedenken unterstellt.

2) Vgl. Ministry of Industry: Industry after the Revolution ..., a. a. O. S. 97.

3) Vgl. S. 73.

wachsen muß, wenn bei einer Bevölkerungsentwicklung von 1,6 % p. a. eine spezifische Steigerung des Volkseinkommens von 3,5 % p. a. erreicht werden soll.

Das Wachstum des Gesamtvolkseinkommens ist aber nur durch eine bestimmte Entwicklung der Determinanten Arbeit und Realkapital zu erreichen. Gemäß unserer Fragestellung nach dem Kapitaleinsatz liegt es nahe, eine Beziehung zwischen dem Zuwachs des Sozialprodukts und dem dafür erforderlichen Einsatz des Sachkapitals herzustellen. Diese Möglichkeit bietet der marginale Kapitalkoeffizient β . Er ergibt sich als Verhältnis der Nettoinvestition zur gesamten volkswirtschaftlichen Wertschöpfung, also dem Zuwachs des Volkseinkommens. ¹⁾

$$(2) \quad \beta = \frac{I_t - I_{t-n}}{Y_t - Y_{t-n}}$$

Aus (1) und (2) errechnet sich demnach für die Nettoinvestition

$$(3) \quad I_t - I_{t-n} = \beta (Y_t - Y_{t-n}) = \beta ((r^n \cdot q^n) - 1) \cdot Y_{t-n}$$

Zur Bestimmung der jährlichen Gesamtzuwachsrate der Investitionen bedarf es also der Quantifizierung des Kapitalkoeffizienten. Der Kapitalkoeffizient der Gesamtwirtschaft bewegt sich, wie die Untersuchungen von AUKRUST zeigen, bei den meisten Ländern zwischen den Grenzwerten 2 und 6. ²⁾ Allerdings kommt dieser Gesamtkapitalkoeffizient als Mischwert der Einzelkoeffizienten der verschiedenen Wirtschaftsbe-
reiche zustande. Die Struktur einer Wirtschaft, in dynamischer Sicht besser ihre Strukturwandlung, beeinflusst also maßgeblich die Größe β . ³⁾

1) Im Grunde versteckt sich in dem marginalen Kapitalkoeffizienten der Einsatz des Faktors Arbeit ebenso wie der Einsatz des Faktors Kapital. Je arbeitsintensiver eine Volkswirtschaft ist, desto kleiner wird der Koeffizient. Umgekehrt steigert die Kapitalintensität die Größe β . Desgleichen kommt auch in ihm der technische Fortschritt zum Ausdruck, da jeder kapitalsparende technische Fortschritt β verkleinert, während der arbeitsparende technische Fortschritt (Substitution der Arbeit durch Kapital) β vergrößert. Auf die gleichzeitige, aber einander entgegengerichtete Wirkung dieser Arten des technischen Fortschritts wird die erstaunliche Konstanz von β in entwickelten Ländern zurückgeführt.

Vgl. Bombach, G.: a. a. O., S. 173 ff.

2) Die Ergebnisse von Aukrust sind bis jetzt nur bei Bombach veröffentlicht.

Vgl. Bombach, G.: a. a. O., S. 178.

3) Es braucht nur auf die hohen Kapitalkoeffizienten im Wohnungsbau, die niedrigen in der verarbeitenden Industrie und der Landwirtschaft hingewiesen werden.

Vgl. Bombach, G.: a. a. O., S. 179.

LEWIS hat unter Abwägung verschiedener Gründe für die Entwicklungsländer einen an der unteren Grenze liegenden Kapitalkoeffizienten angenommen. ¹⁾ Auch JÜRGENSEN glaubt - auf Grund des noch hohen Anteils der Landwirtschaft und des zwangsläufig überwiegenden Einsatzes des Produktionsfaktors Arbeit - einen Kapitalkoeffizienten zwischen 2 und 3 für diese Länder nennen zu können. ²⁾

In Indien wird ebenfalls mit einem Kapitalkoeffizienten von 2 bis 3 gerechnet. ³⁾

Für Ägypten ist der hohe Anteil der Landwirtschaft und die Hoffnung auf einen sehr günstigen Kapitalkoeffizienten im Entwicklungsprozess der verarbeitenden Industrie bereits vorangehend herausgestellt worden. ⁴⁾ Auf der anderen Seite lebt jedoch diese Entwicklung vom Einsatz kapitalintensiver Großprojekte, wie sie mit dem Hochdamm bzw. dem Ausbau des Transportsystems in den Süden des Landes und nicht zuletzt der Energieversorgung gegeben sind.

Wir neigen daher dazu, den Kapitalkoeffizienten für Ägypten im zukünftigen Entwicklungsprozess zwischen 3 und 5 anzugeben. Unterstellen wir den günstigen Fall von $\beta = 3$ ⁵⁾, so errechnet sich aus (3) für 1 Jahr:

$$I_t - I_{t-1} = 3 (1,0516 - 1) \cdot Y_{t-1} = 0,1548 \cdot Y_{t-1}$$

Hieraus folgt, daß jährlich 15 bis 16 % des Volkseinkommens investiert werden müssen, wenn die Zielsetzung der Verdoppelung des Volkseinkommens je Kopf in 20 Jahren erreicht werden soll.

Die für die Gesamtwirtschaft vollzogene Ableitung können wir analog auch für einen Teil des Ganzen, also die Elektrizitätswirtschaft vornehmen. Diese Überlegung ergibt sich daraus, daß das gesamte Volksein-

1) Vgl. Lewis, W. A.: a. a. O., S. 229.

2) Vgl. Jürgensen, H.: a. a. O., S. 56.

3) Vgl. Vakil, C. N. und Brahmanand, P. R.: Planning for an Expanding Economy, Accumulation, Employment and Technical Progress in Underdeveloped Countries, Bombay 1956, S. 54 f.

4) Vgl. S. 96 und S. 105.

5) Auch Guth nimmt für Ägypten einen Kapitalkoeffizienten von 3 an. Vgl. Guth, W.: a. a. O., S. 136.

kommen als Summe der Beiträge der einzelnen Wirtschaftsbereiche zustandekommt.

An die Stelle von Y_t tritt X_t als Anteil der Elektrizitätswirtschaft am Volkseinkommen nach n Jahren. X_{t-n} ist der Anteil der Elektrizitätswirtschaft am Volkseinkommen im Ausgangspunkt der Betrachtungsperiode. Die Wachstumskoeffizienten r und q bleiben als Zielsetzungen auch für den Teilbereich bestehen. An die Stelle des gesamtwirtschaftlichen Kapitalkoeffizienten β tritt der Kapitalkoeffizient der Elektrizitätswirtschaft β_x .

In der Bundesrepublik lag der elektrizitätswirtschaftliche Kapitalkoeffizient im Durchschnitt der letzten Jahre konstant bei 5. ¹⁾

Der relativ niedrige Kapitalkoeffizient der Elektrizitätswirtschaft ist im Vergleich zu dem Kapitalkoeffizienten des gesamten Bereichs der "public utilities" von 8 bis 10 ²⁾ überraschend günstig.

Für ein Entwicklungsland, in dem die stimulierende Wirkung der Elektrizität nur durch gesamtwirtschaftlich orientierte Tarife erreicht werden kann, werden wir nicht mit derartig günstigen Verhältnissen rechnen können. Der elektrizitätswirtschaftliche Kapitalkoeffizient dürfte daher für Ägypten optimal bei $\beta_x = 8$ liegen.

Mit ihm läßt sich analog (3) die jährliche Nettoinvestition der Elektrizitätswirtschaft in % des Anteils dieses Wirtschaftszweigs am gesamten Volkseinkommen wie folgt bestimmen:

$$I_{xt} - I_{xt-1} = 8 (1,0516 - 1) \cdot X_{t-1} = 0,4128 \cdot X_{t-1}$$

1) Dieser Wert wurde als Verhältnis der jährlichen Nettoinvestition zum jährlichen Zuwachs der Gesamterlöse der Elektrizitätswirtschaft errechnet.

Die durchschnittlichen Nettoinvestitionen betrugen seit 1950 jährlich ca. 2,3 Mrd. DM.

Vgl. Oberlack, H. W.: Die Finanzierung der elektrizitätswirtschaftlichen Investitionen in Europa, in: EW, 58. Jg. (1959), H. 19, S. 670.

Der durchschnittliche Erlöszuwachs betrug im gleichen Zeitraum jährlich 0,5 Mrd. DM.

Vgl. Statistischer Bericht des Referats Elektrizitätswirtschaft im Bundesministerium der Wirtschaft, a. a. O., S. 487.

2) Vgl. Bombach, G.: a. a. O., S. 180.

Der genannte Wert gilt allerdings für die Verhältnisse der USA.

Hieraus ergibt sich zunächst, daß 41 % des Beitrags der Elektrizitätswirtschaft ¹⁾ am jährlichen Volkseinkommen zu Investitionen in den Erzeugungs- und Verteilungsanlagen führen müssen, wenn die postulierten Zielsetzungen auch aus diesem Sektor heraus verwirklicht werden sollen.

Der Anteil der Elektrizitätswirtschaft am Volkseinkommen liegt aber, wie die Studie DE LEENERS zeigt, für Entwicklungsländer konstant bei 3 %. ²⁾ 41 % dieser 3 % des Volkseinkommens oder 1,2 % des Volkseinkommens müssen demnach zu elektrizitätswirtschaftlichen Investitionen führen.

Bezogen auf die gesamte Investitionsrate von 15 bis 16 % (des Volkseinkommens) bedeuten 1,2 % einen Anteil von 7,5 bis 8 % an den Gesamtinvestitionen.

Ein ausgewogenes Wachstum in unserer begrenzten Sicht ist unter den genannten Voraussetzungen dann gegeben, wenn 7,5 bis 8 % der jährlichen Nettoinvestition dem Sektor der Elektrizitätswirtschaft zukommt.

Dieses aus den Wachstumsvorstellungen der ägyptischen Wirtschaft abgeleitete Ergebnis ist kein wirklichkeitsfremdes "Modellprodukt". In der Tat wendet der Durchschnitt der westeuropäischen Länder Jahr für Jahr 7,5 bis 8 % ihrer Nettoinvestitionen für die Erzeugungs- und Verteilungsanlagen dieses Wirtschaftszweigs auf. ³⁾ Die ägyptischen Zielsetzungen sind aber durchaus vergleichbar mit dem tatsächlichen Prozess in den heutigen Industrieländern. ⁴⁾ Auf den Zielsetzungen ruht das Ergebnis. Bezweifelt kann nicht das Ergebnis an sich, sondern

1) Unter Beitrag ist der jährliche Anteil der Elektrizitätswirtschaft am absoluten Volkseinkommen und nicht die Wertschöpfung dieses Bereichs an der Gesamtewertschöpfung, d. h. also am Zuwachs des Volkseinkommens, zu verstehen.

2) Vgl. Leener, M. de: Influence des dépenses en énergie électrique sur le revenu national, essai de comparaison avec quelques autres pays, WPC, Belgrad 1957, Bericht A/14, S. 3.

3) Vgl. Oberlack, H. W.: Energiewirtschaftliche und energiepolitische Probleme im Rahmen der Gesamtenergieversorgung Westeuropas, in: EW, '59. Jg.(1960), H. 7, S. 177.

4) Bei den meisten Industrieländern liegt die Gesamtinvestitionsrate zwischen 10 und 15 % des Nettosozialprodukts zu Faktorkosten, also sogar leicht unterhalb der aus den ägyptischen Wachstumsvorstellungen abgeleiteten Gesamtinvestitionsrate.
Vgl. Jürgensen, H.: a. a. O., S. 56.

nur die Verwirklichung der Postulate werden.

Eine weitere Überlegung spricht für die Realitätsbezogenheit des Modells. Wie die Untersuchungen KUZNETS für die USA zeigen, ist der gesamte Bereich der "public utilities" an der langfristigen Kapitalstockbildung mit ca. 30 % beteiligt. ¹⁾ Bei der Kapitalverteilung wurde demnach im Zuge der Entwicklung der Sektor der "public utilities" mit ca. 1/3 der langfristigen Nettoinvestition bedacht. Die Elektrizitätswirtschaft gilt aber - neben dem Transportwesen und der übrigen Energieversorgung - als ein wesentlicher Pfeiler dieses "frameworks". Mit 1/4, das entspricht den obengenannten 8 % der Gesamtinvestitionen, ist der Anteil der Elektrizitätswirtschaft an der Infrastruktur sicher nicht zu hoch veranschlagt.

Sind die an anderer Stelle abgeleiteten Nettoinvestitionen der ägyptischen Elektrizitätswirtschaft von 420 Mio. LE für den Zeitraum 1960 bis 1980 in diesem Sinne richtig gelagert? Diese Frage können wir nur unter großen Verallgemeinerungen und einer vereinfachten Unterstellung des gesamtwirtschaftlichen Wachstums beantworten. ²⁾

Gehen wir von einem Volkseinkommen von 950 Mio. LE im Jahre 1960 aus, so errechnet sich nach (1) für 1980:

$$Y_{1980} = 1,035^{20} \cdot 1,016^{20} \cdot 950 = 2.600 \text{ Mio. LE}$$

Aus (2) folgt dann als gesamte Nettoinvestition dieses Zeitraums:

$$I_{1980} - I_{1960} = 3 (2.600 - 950) = 4.950 \text{ Mio. LE}$$

Die gesamtwirtschaftlichen Zielsetzungen werden also dann erreicht, wenn auf der gegenwärtigen Preisbasis in den nächsten 20 Jahren aufgelaufene Nettoinvestitionen in Höhe von insgesamt 4.950 Mio. LE erfolgen. Die gesamte Nettoinvestition der Elektrizitätswirtschaft wurde aber für den gleichen Zeitraum mit 420 Mio. LE veranschlagt,

1) Vgl. Kuznets, S.: Income and Wealth of the United States, Trends and Structure, in: Income and Wealth, Series II, Cambridge 1952, S. 118.

Auch Lewis nennt mit 35 % eine ähnliche Größenordnung. Vgl. Lewis, W. A.: a. a. O., S. 233.

Vgl. auch Youngson, A. J.: a. a. O., S. 69 f.

2) Wir unterstellen eine von Preiseinflüssen völlig freie Entfaltung des in Ägypten postulierten gesamtwirtschaftlichen Wachstums und prolongieren die genannte Vorstellung des Ministry of Industry um 4 Jahre bis 1980. Vgl. S. 160.

Das sind 8 % der Gesamtinvestitionen, was sich mit dem modellmäßig abgeleiteten Ergebnis deckt.¹⁾

Die Ausbauplanung des elektrizitätswirtschaftlichen Erzeugungs- und Verteilungssystems vollzieht sich demnach auch in der wertmäßigen Relation gemäß dem Postulat des "balanced growth". Der prognostizierte Bedarfstrend bis 1980 findet so seine angenäherte Bestätigung.

Die Kennzeichnung der richtigen Dosierung elektrizitätswirtschaftlicher Investitionen sagt noch nichts über die Art und Möglichkeit ihrer Finanzierung aus. Bei diesen Investitionen kann von direkten Exporterfolgen bzw. einer Importsubstitution keine Rede sein. Im Gegenteil ist für sie in den Entwicklungsländern eine hohe Importneigung typisch. Sie ergibt sich als Folge der wenig oder gar nicht ausgebildeten Investitionsgüterindustrien dieser Länder.

Der maschinelle Teil und die Ausrüstung der Bauanlage machen in der Regel mehr als 2/3 der gesamten Investitionskosten eines Kraftwerkprojekts einschließlich der Verteilungsanlagen aus. Ihre Beschaffung ist in den meisten Fällen nur über den Import möglich. So verstehen sich die Schätzwerte über die Importneigung derartiger Investitionen, die je nach dem Grad der Entwicklung zwischen 50 und 70 % liegen.²⁾

In Ägypten sind verstärkte Anstrengungen zur Entwicklung einer eigenen Elektroindustrie zu erkennen. So soll ein Großteil der für den Netzausbau notwendigen Kabel und Leitungen in den nächsten Jahren in eigener Regie produziert werden. Ähnliche Bestrebungen sind auch für die Umspannanlagen (Transformatoren) im Gange.³⁾ Wird deshalb ein günstiger Importanteil von nur 50 % unterstellt, so ergibt sich trotzdem noch ein beachtlicher Devisenbedarf. Er ist bei der gegenwärtigen Lage der Zahlungsbilanz eine unangenehme Belastung.

1) Vgl. S. 164.

2) Vgl. Daniel, G. H. und Robinson, E. A. G.: a. a. O., S. 13. Hier werden Werte zwischen 62 und 75 % genannt.

Vgl. auch Walker, L. G. - Campbell, F. D. - Craig, G. H.: Optimum Investment in Electric Power for Economically Underdeveloped Countries, WPC, Belgrad 1957, Bericht A/19, S. 9.

Die hier angegebene Importquote liegt zwischen 36 % (Kolumbien) und 72 % (Uruguay).

Vgl. auch Lahiri, A. und Ghosal, A.: a. a. O., S. 3. Die Verfasser sprechen von 70 bis 80 % speziell für die Verhältnisse Indiens.

3) Vgl. Ministry of Industry: Industry after the Revolution ..., a. a. O., S. 264 ff. und S. 272 f.

Nicht nur die Handelsbilanz schließt in den vergangenen Jahren laufend mit einem Defizit ab, sondern auch die gesamte Zahlungsbilanz wird - trotz Kapitalimporten - nur durch einen "Verlustvortrag" ausgeglichen. ¹⁾ Die von hier ausgehenden Kontraktionseffekte sind aus der allgemeinen volkswirtschaftlichen Theorie hinreichend bekannt.

Insofern wird also ein Großteil der elektrizitätswirtschaftlichen Investitionen, insbesondere bis zur erhofften Besserung der Zahlungsbilanz, aus einem Beitrag der Kapitalimporte finanziert werden müssen. Bei genauem Zusehen kann festgestellt werden, daß allein 176 Mio. LE der genannten 420 Mio. LE auf das Kraftwerk Sadd el Ali einschließlich der Hauptübertragungsleitung Assuan - Kairo entfallen. ²⁾ In diesem Projekt liegt das Schwergewicht der Finanzierungsproblematik, insbesondere auch der Bereitstellung entsprechender Kapitalimporte. Mit der Bewältigung dieses Problems ist schon ein Großteil des elektrizitätswirtschaftlichen Ausbaus sichergestellt.

Die Anleiheverträge mit der UdSSR sollen den entscheidenden Grundstock der Finanzierung bilden. Diese Anleihen sind das Ergebnis einer politisch höchst interessanten Vorgeschichte. Für unsere Betrachtungen sind jedoch nur die Fakten maßgebend.

Das Gesamtprojekt Sadd el Ali, das ursprünglich einschließlich aller Folgeeinrichtungen auf 275,5 Mio. LE ($\approx 3,3$ Mrd. DM) ³⁾, z. T. aber auch 5,6 Mrd. DM ⁴⁾ geschätzt wurde, sollte zunächst auf gemeinsame westliche Rechnung teilfinanziert werden. Nach der Stornierung der von amerikanischer Seite als reine Schenkung vorgesehenen 40 Mio. \$ und weiterer in Form einer langfristigen Anleihe gedachten 130 Mio. \$ brachen auch die Finanzierungspläne der Weltbank zusammen. Sie zog

1) Vgl. Bank of Egypt; Economic Bulletin, Vol. XII (1959), S. 132 und Vol. XI (1958), S. 311 ff.

2) Vgl. Übersicht 22, S. 154 und S. 156.

3) Vgl. Bullard, R.: The Middle East..., a. a. O., S. 235.

4) Vgl. Billerbeck, K.: a. a. O., S. 293.

ihr Angebot einer langfristigen Anleihe von 200 Mio. \$ ebenso zurück wie England seine beabsichtigte Schenkung von 14 Mio. \$. ¹⁾ Heute werden die Gesamtkosten des Sadd el Ali wegen des nunmehr offen geplanten Umleitungstunnels und der technischen Verschmelzung der beiden Baustufen einerseits niedriger liegen, andererseits wegen der größeren Auslegung des Kraftwerks gegenüber dem ursprünglichen Gesamtprojekt höher anzusetzen sein. ²⁾ Gesamtschätzungen werden daher erst gar nicht mehr genannt.

Der Großteil der Finanzierung wird nach Pressemitteilungen mittels der "tied loans" der UdSSR erfolgen. ³⁾ Zunächst war mit der Vergabe des ersten Bauabschnitts Anfang 1958 eine Anleihe in Höhe von 400 Mio. Rubel ($\approx$ 400 Mio. DM nach offiziellem Kurs) mit einer Laufzeit von 12 Jahren zu 2,5 % Zinsen und der Rückzahlungsmöglichkeit in Landesprodukten verbunden. ⁴⁾ Vor kurzem wurde auch der zweite Bauabschnitt der UdSSR übertragen, die dafür unter gleichen Bedingungen eine weitere Anleihe von 900 Mio. Rubel gewährte. ⁵⁾

Wenn sich auch eine kühlere Beurteilung der "Rubelgeschenke" feststellen läßt ⁶⁾, so bleibt doch der Tatbestand bestehen, daß die russischen Anleihen einen Großteil des Elektrizitätswirtschaftlichen Investitionsbedarfs im Falle des Sadd el Ali abdecken.

1) Vgl. Billerbeck, K.: a. a. O., S. 293.

2) Vgl. Heun, I.: Assuan - eine verpaßte Gelegenheit?, in: Der Volkswirt, 14. Jg. (1960), Nr. 6, S. 234 f.

3) Vgl. ebenda, S. 234.

4) Vgl. Heun, I.: Auslandshilfe für Ägyptens Entwicklungsprogramme, in: Der Volkswirt, 12. Jg. (1958), Nr. 26, S. 1194 f.

5) Vgl. Frankfurter Allgemeine vom 29. Aug. 1960, Nr. 201, S. 3.

6) Bei diesen Anleihen wird der attraktive Zins durch ein "verstecktes Kalkulieren", d. h. durch ein Einrechnen in den Preis erzielt. Hinzu kommt, daß die UdSSR die in Zahlung genommene ägyptische Baumwolle unter Weltmarktpreis abgibt und so den Baumwolllexport Ägyptens in andere Länder erschwert.

Vgl. Roeper, H.: Die "billige" sowjetische Wirtschaftshilfe, in: Frankfurter Allgemeine vom 22. April 1960, Nr. 94, S. 21.

In der theoretischen Diskussion wird für diese Art des Kapitalimports immer der Nachteil herausgestellt, daß der Kapitalimporteur zum Bezug der Güter des Kapitalexporteurs verpflichtet ist. Diesem Nachteil steht allerdings der Vorteil gegenüber, daß die Einkommenseffekte der aus "tied loans" finanzierten Investitionen größer anzusetzen sind als z. B. die von Direktinvestitionen.

Vgl. Jürgensen, H.: a. a. O., S. 74.

Vgl. auch Guth, W.: a. a. O., S. 54.

Mit insgesamt 1,3 Mrd. Rubel wird zumindest der Importanteil des Gesamtprojekts und damit auch des Kraftwerks finanziert werden können. Damit ist bereits ein wesentlicher Schritt zur Verwirklichung des Kristallisationspunktes der ägyptischen Elektrizitätswirtschaft getan.

C. SCHLUSSBETRACHTUNG

Die Arbeit stand im Zeichen von zwei großen Fragen, deren Beantwortung zur wechselseitigen Klärung beitrug.

In der generellen Problemstellung ging es uns um die grundsätzlichen Wachstumsproportionen der elektrischen Energie in den Anfangsphasen wirtschaftlicher Entwicklung.

Als Ergebnis der empirischen Auswertungen des Stromerzeugungsverlaufs heute entwickelter Länder ergaben sich für die Anfangsjahre der Elektrifizierung Zuwachsraten bis zu 18 % p. a. Tatsächlich lassen sich in der gegenwärtigen Entwicklungsphase unterentwickelter Länder Tendenzen feststellen, die auf ähnliche Wachstumsraten hinzielen, ja diese z. T. sogar weit übertreffen.

Der "klassische" Trend von 7,2 % p. a., d. h. eine Verdoppelung der Stromerzeugung innerhalb von 10 Jahren, hat demnach für die notwendige Entfaltung der Elektrizitätswirtschaft von Entwicklungsländern dann keine Gültigkeit, wenn deren Bestrebungen gesamtwirtschaftlich dahin gehen, aus der Monokultur in eine strukturierte, expandierende Volkswirtschaft vorzustoßen.

Unter dieser Bedingung werden für eine angemessene Entfaltung des elektrizitätswirtschaftlichen Erzeugungs- und Verteilungssystems entschieden stärkere Wachstumsraten nötig, wenn der Forderung eines in den Anfangsjahren der Entwicklung notwendigen energetischen Vorlaufs entsprochen werden soll.

Dieser zeichnete sich bei einer funktionalen Betrachtung des gesamt- und elektrizitätswirtschaftlichen Wachstums in frühen Stadien der Elektrifizierung heute entwickelter Länder deutlich ab. Der Trend der Stromerzeugung verlief in dieser Phase wesentlich steiler als der der Gesamtwirtschaft. Die aufgespeicherte Energie führte die

gesamtwirtschaftliche Entwicklung erst heran.

Mit einem höheren Entwicklungsgrad ist eine zunehmende Parallelität im Trend der beiden Größen festzustellen. Die Elektrizitätswirtschaft verliert mehr und mehr den Charakter der Erschließungsfunktion und paßt sich dem Wachstumsverlauf der gesamtwirtschaftlichen Entwicklungsindikatoren an.

Für die frühe Phase der Entwicklungsländer muß jener gerade nicht proportionale Verlauf zwischen Elektrizitäts- und Gesamtwirtschaft zum Charakteristikum des "balanced growth" zwischen beiden Größen erklärt werden. Dabei sollte der zeitlich gedrängte Einsatz von elektrischer Energie, die in diesen Ländern von allem Anfang an eine unter den Energieträgern führende Rolle spielen dürfte, den energetischen Vorlauf noch ausgeprägter machen.

Diese generelle Aussage läßt natürlich in ihrer Allgemeinheit keine Vorstellung von dem eigentlichen "Elektrifizierungsprozess" deutlich werden. Dieser ist ein vielschichtiger Vorgang des Ausbaus von Erzeugungs- und Verteilungsanlagen in der für die besonderen Verhältnisse eines jeden Entwicklungslandes geeigneten Form. Hier endet die grundsätzliche Aussagefähigkeit einer allgemeingültigen Betrachtung.

Im Einzelfall wird die quantitative und zeitliche Entfaltung der Elektrizitätswirtschaft durch die besonderen Entwicklungsbedingungen jedes Landes entsprechend modifiziert. Das kann sowohl für die Bedarfs- als auch die Deckungsseite festgestellt werden.

Auf der Bedarfsseite wird die Zuwachsrate der Stromerzeugung determiniert durch die Richtung des angestrebten Entwicklungsprozesses und die Intensität seiner Verwirklichung.

Auf der Deckungsseite wird die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft letztlich durch die gesamte Rohenergiestruktur eines Landes festgelegt. Von ihr wird die Art der Elektrizitätsversorgung abhängen, die je nach den Möglichkeiten - sei es auf Wasser- oder Wärmekraftbasis - völlig verschiedene Probleme aufwirft.

Aus diesem Grunde lag es nahe, die abgeleitete generelle Wachstumsbedingung der Elektrizitätswirtschaft an dem Entwicklungsprozess eines spe-

ziellen Landes in allen Einzelheiten zu zeigen und dadurch konkret werden zu lassen.

Das gewählte Land - Ägypten - ist sicherlich eines der interessantesten Entwicklungsländer, da hier befaßt mit großen Kräften und auch Möglichkeiten an die wirtschaftliche Expansion herangegangen wird. Dabei ergaben unsere Untersuchungen einen den gesamtwirtschaftlichen Entwicklungszielen im ganzen angemessenen Ausbau der Elektrizitätswirtschaft.

Diese Schlußfolgerung ergibt sich als Folge einer Auswertung, die in vielen Details die grundsätzlichen Erkenntnisse elektrizitäts- und gesamtwirtschaftlichen Wachstums verifiziert. Ausgehend von der Ableitung des zukünftigen Strombedarfs wurde über die eingehende Besprechung der verschiedenen Vorhaben zu seiner Deckung die wertmäßige Größe dieser Entwicklung, das notwendige elektrizitätswirtschaftliche Investitionsvolumen, dargestellt.

Wir waren dabei bemüht - wenn immer möglich - durch Vergleiche mit anderen Ländern im Speziellen auch das Allgemeine der einzelnen elektrizitätswirtschaftlichen Grunderscheinungen sichtbar werden zu lassen.

Das wurde besonders an der Beurteilung des zukünftigen Investitionsaufwands in der ägyptischen Elektrizitätswirtschaft deutlich, wo wir - in Postulierung bestimmter gesamtwirtschaftlicher Wachstumsziele - zu dem Ergebnis kamen, daß ca. 8 % der jährlichen Nettoinvestitionsrate dem Sektor Elektrizität zukommen muß, wenn die gesamtwirtschaftlichen Bestrebungen aus diesem Bereich heraus verwirklicht werden sollen. Zu diesem Ergebnis kamen wir zwar speziell aus den Wachstumsvorstellungen Ägyptens, jedoch sind diese mit einer angestrebten Gesamtinvestitionsrate von 15 bis 16 % des Volkseinkommens durchaus vergleichbar mit den Wunschbildern der meisten anderen Entwicklungsländer.

A n h a n g
=====

1. Tabellarischer Anhang

Die folgenden Tabellen 1 bis 8 sind nach den im Kapitel B II/2 b - d, S. 65 ff. untersuchten Fragestellungen gegliedert. Diese Systematik haben wir der anderen Möglichkeit - die verschiedenen Auswertungen pro Land darzustellen - vorgezogen. Die Tabellen weisen die jeweiligen Ursprungsquellen sowie die gewählten Rechnungsverfahren nach.

**Stromerzeugung in den USA,
dem Deutschen Reich und der Bundesrepublik
1900 ÷ 1958**

Tabelle 1

Jahre	U S A				Deutsches Reich				Bundesrepublik			
	Stromerz- g in Mio. kWh	Steigerung in % p.a.	Gleitende 5-Jahres- g in Mio. kWh	Steigerung in % p.a.	Stromerz- g in Mio. kWh	Steigerung in % p.a.	Gleitende 5-Jahres- g in Mio. kWh	Steigerung in % p.a.	Stromerz- g in Mio. kWh	Steigerung in % p.a.	Gleitende 5-Jahres- g in Mio. kWh	Steigerung in % p.a.
1900					1000							
1901					1100							
1902	5970				1300		1382					
1903	7600				1610		1642					
1904	9400		9334		1900		1972					
1905	11100		10964		2300	17,7%	2372					
1906	12600	16,5%	12644		2750		2830					
1907	14120		14424		3300		3330	17,1%				
1908	16000		16264		3900		3890					
1909	18300		18224	13,0%	4400		4548					
1910	20300		20350		5100		5268					
1911	22400		22710		6040		6094					
1912	24750		25230		6900		6970					
1913	27800		28070		8030		7820					
1914	30900		31370		8780		8762					
1915	34500		35106		9600	11,0%	9642					
1916	38900	10,8%	38826		10500		10476					
1917	43430		42746		11300		11420					
1918	46400		47178	9,5%	12200		12400	8,8%				
1919	50600		50024		13500		13420					
1920	56560		53578		14500		14558					
1921	53130		58578		15600		15758					
1922	61200		63638		16990		17018					
1923	71400		69260		18200		18184					
1924	75900		77478		19800		19308					
1925	84670	7,3%	85516		20330	7,2%	20936		12376			
1926	94220		92850		21220		22870		13062			
1927	101390		101020		25130		25042		15414	6,8%	15113	
1928	108070		107014	4,5%	27870		26976	4,6%	16535		16070	
1929	116750		110044		30660		27710		18178		16516	
1930	114640		109638		29100		27376		17164		16211	1,7%
1931	109370		108556		25790		26932		15292		15949	
1932	99360		107286		23460		26932		13889		15969	
1933	102660		108146		25650		28454		15222		16724	
1934	110400		113474		30660		31794		18280		18483	
1935	118940	4,6%	122898		36710	8,0%	36896		20940	7,5%	21207	
1936	136010		130758		42490		42832		24086		24382	
1937	146480		140940		48970		48976		27510		27503	
1938	141960		153134	8,8%	55330		54226	10,8%	31096		30390	7,3%
1939	161310		167594		61380		59726		33885		32910	
1940	179910		184928		62960		64234		35367		35010	
1941	208310		210064		70000		67956		36699		36690	
1942	233150		233686		71500	6,1%	71680		38000		37410	
1943	267540		251954		73940				39500		33900	
1944	279520		264164		80000				37500		31116	
1945	271250	8,0%	278996						17800	2,3%	28832	
1946	269350		292850						22780		27514	
1947	307310		305960						26580		27854	
1948	336810		329444						32910		33187	
1949	345070		362244						39200		39000	
1950	388670		393394	7,7%					44466		45040	7,2%
1951	433360		428866						51848		50673	
1952	463060		468780						56780		56537	
1953	514170		516850						61071	10,0%	62952	
1954	544650	8,1%	567138						68521		69597	
1955	629010		617668						76542		76596	
1956	684804		659834						85074		83382	
1957	716356								91773			
1958	724352								95271			

Quellen

USA

Bei den genannten Zahlenwerten handelt es sich um die Netto-Stromerzeugung der öffentlichen Versorgungsunternehmen und der industriellen Selbstversorger, also ausschließlich des Eigen- (Inlands-)erzeugnisses (Inlandsenergie), aber einschließlich der Übertragungsverluste. Die Importe sind nicht berücksichtigt (Inlandsenergie).

1902-1931: US Bureau of the Census: *Historical Statistics of the United States 1789-1945*, Washington 1949, S. 156.

1932-1950: *US: Statistical Yearbook 1950*, New York 1950, S. 249.

1951-1958: *US: Statistical Yearbook 1959*, New York 1959, S. 284.

Deutsches Reich

Bei den genannten Zahlenwerten handelt es sich um die Brutto-Stromerzeugung der öffentlichen Versorgungsunternehmen und der industriellen Selbstversorger, also einschließlich des Eigen- (Inlands-)erzeugnisses (Inlandsenergie) und des Übertragungsverlustes. Die Importe sind nicht berücksichtigt (Inlandsenergie).

1902-1931: US Bureau of the Census: *Historical Statistics of the United States 1789-1945*, Washington 1949, S. 156.

1932-1950: *US: Statistical Yearbook 1950*, New York 1950, S. 249.

1951-1958: *US: Statistical Yearbook 1959*, New York 1959, S. 284.

1902-1931: Die Elektrizitätswirtschaft im Deutschen Reich. Jahrbuch 1935, hrsg. von der Wirtschaftsprüfungsgesellschaft der deutschen Wirtschaft, Berlin 1935, S. 13 f.

1932-1944: Die Elektrizitätswirtschaft im Deutschen Reich. Jahrbuch 1945, hrsg. von der Wirtschaftsprüfungsgesellschaft der deutschen Wirtschaft, Berlin 1945, S. 13 f.

1946-1950: *US: Statistical Yearbook 1950*, New York 1950, S. 249.

1951-1958: *US: Statistical Yearbook 1959*, New York 1959, S. 284.

Bundesrepublik

Bei den für die Bundesrepublik zurückgerechneten Stromerzeugungswerten handelt es sich um die Brutto-Stromerzeugung der öffentlichen Versorgungsunternehmen und der industriellen Selbstversorger, also einschließlich des Eigen- (Inlands-)erzeugnisses (Inlandsenergie) und des Übertragungsverlustes. Die Importe sind nicht berücksichtigt (Inlandsenergie).

1902-1931: US Bureau of the Census: *Historical Statistics of the United States 1789-1945*, Washington 1949, S. 156.

1932-1950: *US: Statistical Yearbook 1950*, New York 1950, S. 249.

1951-1958: *US: Statistical Yearbook 1959*, New York 1959, S. 284.

1902-1931: Die Elektrizitätswirtschaft im Deutschen Reich. Jahrbuch 1935, hrsg. von der Wirtschaftsprüfungsgesellschaft der deutschen Wirtschaft, Berlin 1935, S. 13 f.

1932-1944: Die Elektrizitätswirtschaft im Deutschen Reich. Jahrbuch 1945, hrsg. von der Wirtschaftsprüfungsgesellschaft der deutschen Wirtschaft, Berlin 1945, S. 13 f.

1946-1950: *US: Statistical Yearbook 1950*, New York 1950, S. 249.

1951-1958: *US: Statistical Yearbook 1959*, New York 1959, S. 284.

Stromerzeugung in ausgewählten unterentwickelten Ländern

1930+ 1958

Tabelle 2

Jahre	Ägypten			Kolumbien			Peru			Venezuela			Griechenland			Türkei			Tunesien			Belg. Kongo		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1930													130			100			38			33		
1931													143						39			39		
1932													140						42			54		
1933				135									156						45			98		
1934													158						49			167		
1935													183						53			154		
1936													227						56			250		
1937													243						59			220		
1938	320			298									271						67			241		
1939	368	61		334									310						71			272		
1940	360		370										254						63			323		
1941	390		397										232						79			345		
1942	415		424										197						86			351		
1943	455		461										181						93			250		
1944	500		497	560									195						106			338		
1945	545	90	537										219						117			320		
1946	570		585										261						129			433		
1947	615		640										313						136			467		
1948	695		701	882									479						141			548		
1949	775		777										567						157			704		
1950	850		852	1000									750						161			620		
1951	950		938	1254									817						174			716		
1952	992		1030	1440									935						188			729		
1953	1121		1144	1663									1055						198			1073		
1954	1237	106	1263	1950									1198						203			1292		
1955	1418		1405	2230									1344						218			1445		
1956	1545		1562	2406									1515						237			1743		
1957	1705		1630	2630									1708						249			2489		
1958	1905		1850	2850									1802						258			2800		
1930-58													99						72			172		
1933-58																								
1938-58		9.3																						

Spalte 1= Stromerzeugung in Mio. kWh

Spalte 2= Durchschnittliche Steigerung in % p.a.

Spalte 3= Gleitende 5 Jahresdurchschnitte in Mio. kWh

Quellen: Soweit nichts anderes genannt wird, handelt es sich um die Bruttostromerzeugnisse der öffentlichen Versorgungsunternehmen und der industriellen Selbstzeuger, d.h. also einschließlich des Eigen- und Betriebsverbrauchs sowie der Übertragungsverluste, aber ausschließlich der Importe.

Ägypten

1938-1951: EDF: General Electrification Scheme ..., Vol. II, a.a.O., S. 24 f.

Die Werte wurden aus einer Kurve entnommen, die 90 % der Gesamtproduktion repräsentiert. Sie wurden auf 100 % hochgerechnet.

1952-1958: Koshairy, M.A.B. und Mitarbeiter: Electrical Power and Energy Requirements ..., a.a.O., S. 5.

Kolumbien

1933-1950: UN: Statistical Yearbook 1952, a.a.O., S. 248.

1951-1958: UN: Statistical Yearbook 1959, a.a.O., S. 248.

Die mit Sternchen gekennzeichneten Werte wurden auf Grund der Angaben der UN aus den Größen der öffentlichen Versorgung auf die Gesamtzeugung einschließlich der industriellen Selbstzeuger hochgerechnet.

Peru

1937-1950: UN: Statistical Yearbook 1952, a.a.O., S. 248.

1951-1958: UN: Statistical Yearbook 1954, a.a.O., S. 258.

1951-1958: UN: Statistical Yearbook 1959, a.a.O., S. 284.

wie Peru.

Venezuela

1930-1950: UN: Statistical Yearbook 1952, a.a.O., S. 251.

UN: Statistical Yearbook 1954, a.a.O., S. 260.

1951-1958: UN: Statistical Yearbook 1959, a.a.O., S. 286.

Griechenland

Bis 1949 nur öffentliche Versorgungsunternehmen, ab 1950 einschließlich der industriellen Selbstzeuger. Die mit Sternchen gekennzeichneten Werte wurden nach Angaben der UN geschätzt.

Quellen wie Türkei.

Tunesien

Erst ab 1953 einschließlich der industriellen Selbstzeuger, die jedoch vorher zu vernachlässigen sind.

1930-1950: UN: Statistical Yearbook 1952, a.a.O., S. 248.

1951-1958: UN: Statistical Yearbook 1959, a.a.O., S. 282.

wie Tunesien.

Belgisch-Kongo

Tabelle 3

Durchschnittliche Stromerzeugung je Kopf
in den USA, dem Deutschen Reich und der Bundesrepublik
 (in Zehnjahresintervallen)

Zeitin- tervallen	USA				Deutsches Reich				Bundesrepublik			
	Stromerzeugung im Durchschnitt in Mio kWh	Bevölkerung im Durchschnitt in Mio.	Stromerzeugung je Kopf in kWh	Durchschnittl. Steigerung in % p.a.	Stromerzeugung im Durchschnitt in Mio kWh	Bevölkerung im Durchschnitt in Mio.	Stromerzeugung je Kopf in kWh	Durchschnittl. Steigerung in % p.a.	Stromerzeugung im Durchschnitt in Mio kWh	Bevölkerung im Durchschnitt in Mio.	Stromerzeugung je Kopf in kWh	Durchschnittl. Steigerung in % p.a.
1900 - 1909	11 886	87,3	146	9,1%	2 356	60,7	39	13,5%				
1910 - 1919	33 998	97,6	348	7,5%	9 195	66,7	138	9,2%				
1920 - 1929	82 329	112,9	729	3,0%	21 030	63,1	333	5,5%	15 113	36,0	420	4,0%
1930 - 1939	124 113	126,0	985	7,1%	37 954	66,6	570	8,0%	27 736	38,6	563	3,0%
1940 - 1949	269 823	137,8	1958	6,3%	71 680	70,2	1021		32 634	43,0	759	6,9%
1950 - 1958	566 492	162,7	3 482						70 149	49,0	1432	

Quellen:

USA:

Die Stromerzeugungswerte wurden aus Tabelle 1 errechnet. Der Durchschnitt 1900-1909 wurde aus den Jahren 1902-1909 ermittelt.

Mittlere Jahresbevölkerung: Kuznets, S.: Income and Wealth of the United States, Trends and Structure, in: Income and Wealth, Series II, Cambridge 1952, S. 55.

Kuznets bildet Durchschnittswerte für 1899-1908, 1909-1918 usw. Die Phasenverschiebung um 1 Jahr kann vernachlässigt werden.

1950-1958: UN: Demographic Yearbook 1957, New York 1957, S. 127.

UN: Statistical Yearbook 1959, a.a.O., S. 27.

Deutsches Reich: Die Stromerzeugungswerte wurden aus Tabelle 1 errechnet.

Mittlere Jahres-Bevölkerung: Die Angaben über die durchschnittliche Bevölkerung wurden bei einem mit den Stromerzeugungszahlen vergleichbaren Gebietsstand (vgl. Tabelle 1) entnommen.

1900-1939: Hoffmann, W.G. und Müller, J.H.: Das deutsche Volkseinkommen 1851-1957, Tübingen 1959, S. 14.

Bezüglich
der übrigen
Zeitinter-
valle:

Statistisches Bundesamt:
Statistisches Jahrbuch ..., 1959,
a.a.O., S. 28.

Bundesrepublik: Die Stromerzeugungswerte wurden aus Tabelle 1 errechnet.

Mittlere Jahresbevölkerung: Statistisches Bundesamt: Statistisches Jahrbuch ..., 1952, a.a.O., S. 13 und 1959, a.a.O., S. 28.

Der Gebietsstand versteht sich ohne Saar und Westberlin; z.T. wurden Annäherungswerte herangezogen.

Durchschnittliche Stromerzeugung je Kopf in ausgewählten unterentwickelten Ländern in bestimmten Zeitintervallen

Tabelle 4

Zeit- intervalle	Ägypten				Kolumbien				Peru				Venezuela				Griechenland				Türkel				Tunesien				Belg. Kongo			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1937-39	348	163	21		320	87	37		120	68	18		109	35	31		275	71	39		285	172	17		66	2,8	24		242	102	24	
1940-49	532	183	29	51%	750	101	71	106%	200	77	26	5,8%	240	42	57	9,8%	293	74	40		530	189	28	80%	87	3,1	28	2,4%	378	106	36	6,4%
1950-58	1302	225	58	76%	1936	124	156	8,7%	547	93	59	90%	1219	56	218	15,2%	1231	79	156		1432	235	62	8,7%	212	3,8	56	176%	1433	123	117	13,2%

Spalte 1 = Stromerzeugung im Durchschnitt der Jahre in Mio kWh
 Spalte 2 = Bevölkerung im Durchschnitt der Jahre in Mio
 Spalte 3 = Stromerzeugung je Kopf im Durchschnitt der Jahre in kWh
 Spalte 4 = Durchschnittliche Steigerung in % p.a.

Quellen:

Ägypten:

Die Stromerzeugungswerte wurden aus Tabelle 2 errechnet.
 Die Bevölkerungswerte verstehen sich als "mittlere Jahresbevölkerung" und wurden entnommen:
 EAP: General Electrification Scheme Vol. II, a.a.O., S. 21.
 UN: Demographic Yearbook 1957, New York 1957, S. 27 f.
 UN: Statistical Yearbook 1958, a.a.O., S. 21.
 UN: Statistical Yearbook 1959, a.a.O., S. 21.

Kolumbien:

Die Stromerzeugungswerte wurden aus Tabelle 2 errechnet.
 Die Bevölkerungswerte wurden als "mittlere Jahresbevölkerung" entnommen:
 UN: Statistical Yearbook 1952, a.a.O., S. 26, Table 1.
 UN: Demographic Yearbook 1957, a.a.O., S. 126 f, Table 3.
 UN: Statistical Yearbook 1958, a.a.O., S. 29, Table 1.
 UN: Statistical Yearbook 1959, a.a.O., S. 29, Table 1.

Peru:

wie Kolumbien.

Venezuela:

wie Kolumbien.

Türkei:

wie Kolumbien.

Griechenland:

wie Kolumbien.

Tunesien:

wie Kolumbien.

Belgisch-Kongo:

wie Kolumbien.

Langfristiger Indexvergleich der Entwicklung
des Sozialprodukts und der Stromerzeugung in den USA und dem Deutschen Reich
1899 - 1948 (im Durchschnitt bestimmter Zeitintervalle)

Tabelle 5

USA						Deutsches Reich					
Zeitintervalle	Sozialprodukt in Mrd. \$	Index des Sozialprodukts	Stromerzeugung in Mio. kWh	Index der Stromerzeugung	Stromerzeugung je 1000 \$ des Sozialprodukts in kWh	Zeitintervalle	Sozialprodukt in Mio. RM	Index des Sozialprodukts	Stromerzeugung in Mio. kWh	Index der Stromerzeugung	Stromerzeugung je 1000 RM des Sozialprodukts in kWh
1899-1908	41.3	100	10.970	100	266	1901-1905	35.368	100	1640	100	46
1909-1918	56.2	136	30.763	281	547	1906-1910	43.156	122	3890	237	90
1919-1928	77.8	188	75.774	690	973	1911-1913	48.193	136	6990	426	145
1929-1938	81.7	198	119.657	1091	1465	1925-1929	43.990	124	25.042	1527	569
1939-1948	128.4	311	251.447	2.292	1958	1930-1934	38.703	109	26.932	1642	696
						1935-1939	56.217	159	48.976	2983	870

Quellen:

USA: Sozialprodukt: Es handelt sich um Zehnjahresdurchschnitte des Gross National Product in Preisen von 1929. Bezüglich der Intervallbildung sind wir durch Kuznets festgelegt.

Kuznets, S.: a.a.O., S. 30, Table 1.

Stromerzeugung: Die Werte wurden aus Tabelle 1 entsprechend den hier gebildeten Zeitintervallen errechnet.

Deutsches Reich: Sozialprodukt: Es handelt sich um die jeweiligen Phasendurchschnitte des Volkseinkommens (Netto-Sozialprodukt zu Faktorkosten) in Preisen von 1913. Bezüglich der Phasenbildung sind wir durch Hoffmann festgelegt. Die von ihm berechneten Werte basieren auf dem jeweiligen Gebietsstand, also bis 1913 einschließlich Elsaß-Lothringen, ab 1935 mit der Saar und entsprechen so der für die Stromerzeugung getroffenen Gebietsenteilung (vgl. Tabelle 1).

Sowohl im Vergleich zu den USA als auch im Zeitvergleich sind einmal wegen der verschiedenen Phasen, der unterschiedlichen Preisbasis und Art des Sozialprodukts und zum anderen wegen der Gebietsänderungen große Vorbehalte zu machen. Da aber letztlich nicht die absoluten Werte sondern die Indexentwicklung im Vergleich zu der Indexentwicklung der Stromerzeugung interessieren, bleibt der grundsätzliche Aussagewert bestehen.

Hoffmann, W.G. und Müller, J.H.: a.a.O., S. 14.

Siehe auch: Jostock, P.: The Long-Term Growth of National Income in Germany in: Income and Wealth, Series V, London 1955, S. 79 ff.

Stromerzeugung: Die Werte wurden entsprechend den hier gebildeten Zeitintervallen aus Tabelle 1 errechnet.

Indexvergleich der realen Sozialprodukt- und der
Stromerzeugungsentwicklung 1950-1958

Tabelle 6

Jahr	USA		BRD		Ägypten		Kolumbien		Peru		Venezuela		Türkei		Griechenl.		Belg.Kongo	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1950	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1951	108	112	112	116	99	112	104	125	99	108	109	119	115	112	110	111	116	114
1952	112	119	120	128	98	117	115	144	108	144	120	139	125	129	111	120	119	118
1953	116	132	129	138	107	132	121	166	113	158	121	170	139	152	127	137	132	173
1954	114	140	138	154	122	146	125	195	113	177	140	193	126	178	133	159	133	208
1955	123	162	154	172	128	167	137	223	121	192	160	228	136	200	144	180	141	233
1956	126	176	165	191	116	182	147	241	99	211	174	268	145	230	154	206	144	281
1957	128	184	174	206	128	201	142	263	116	215	211	341	154	261	169	228	147	401
1958	125	186	179	214	128	224					215	402	171	291	174	240		

Spalte 1= Index der Sozialproduktentwicklung
Spalte 2= Index der Stromerzeugungsentwicklung

Quellen:

- USA: Sozialprodukt: Es handelt sich um das Brutto-Sozialprodukt zu Marktpreisen von 1954.
Statistisches Bundesamt; Statistisches Jahrbuch 1959, a.a.O., Internationale Übersichten, S. 125* und Statistisches Jahrbuch 1960, a.a.O., S. 133*.
Stromerzeugung: Ihr Index wurde aus Tabelle 1 errechnet.
- BRD: wie USA.
- Ägypten: Sozialprodukt: Es handelt sich um das Gross Domestic Product at Market Prices in Preisen von 1950.
UN: The Development of Manufacturing Industry ..., a.a.O., S. 94.
Die Werte für 1957 und 1958 wurden nach Angaben des Ministry of Industry geschätzt.
Ministry of Industry: Industry after the Revolution ..., a.a.O., S. 99.
Stromerzeugung: Ihr Index wurde aus Tabelle 2 errechnet.
- Kolumbien: Sozialprodukt: Es handelt sich um das Gross National Product at Market Prices. Da von der UN keine fortlaufende Reihe zu konstanten Preisen veröffentlicht wird, haben wir folgende Rechnung vorgenommen:
Index des realen Sozialprodukts pro Kopf
$$\text{mal } \frac{\text{Index der Bevölkerung}}{100} = \text{Index des absoluten realen Sozialprodukts.}$$

Die Faktoren dieses Produkts sind entnommen:
UN: Statistical Yearbook 1959, a.a.O., S. 449, Table 169 (IndexNumbers of Per Capita Product at Constant Prices) und Table 1 (Population).
UN: Demographic Yearbook 1957, a.a.O., Table 3 (Population).
Stromerzeugung: Ihr Index wurde aus Tabelle 2 errechnet.
- Peru: wie Kolumbien
- Venezuela: wie Kolumbien
- Griechenland: wie USA
- Türkei: wie USA
- Belgisch-Kongo: wie Kolumbien.
Beim Sozialprodukt handelt es sich um das Gross Domestic Product at Market Prices.

Die Werte sind nur als rohe Annäherung zu verstehen.

Vgl. auch UN: Statistical Yearbook 1959, a.a.O., S. 449, Fußnote.

Tabelle 7

Stromerzeugung je Kopf und Volkseinkommen je Kopf
für Länder verschiedener Entwicklungsstufen
im Jahre 1957

Land	Volkseinkommen in Landeswährung	Volkseink. in 1000 Mio US Dollar	Bevölkerung in Mio	Volkseink. je Kopf in US Dollar	Stromerzeug je Kopf in kWh
USA	364,0 · 10 ⁹ US Dollar	364,0	171,2	2126	4 180
BRD	160,3 · 10 ⁹ DeutscheMark	38,2	50,5	756	1 818
Ägypten	925 · 10 ⁶ Ägypt.Pfund	2,65	24,0	112	71
Kolumbien	120,45 · 10 ⁶ Pesos	1,94	13,2	147	199
Peru	23 · 700 · 10 ⁶ Soles	1,24	9,9	125	70
Venezuela	16 · 559 · 10 ⁶ Bolivares	4,94	6,1	806	313
Griechenland	70 · 647 · 10 ⁶ Drachmen	2,35	8,1	290	211
Türkei	27 · 426 · 10 ⁶ Türk.Pfund	9,80	25,5	384	81
Belgisch Kongo	48 · 820 Francs	0,98	13,1	76	190

Quellen:

USA: Das Sozialprodukt versteht sich als National Income in laufenden Preisen, d. h. in Preisen des Jahres 1957.
UN: Statistical Yearbook 1958, a. a. O., Table 429.
Die mittlere Jahresbevölkerung wurde entnommen aus:
UN: Demographic Yearbook 1957, a. a. O., Table 3.
Die Stromerzeugung je Kopf wurde aus Tabelle 1 in Verbindung mit der mittleren Jahresbevölkerung von 1957 errechnet.

Bundesrepublik: wie USA.

Die Umrechnung in US Dollar erfolgte mit den im Statistical Yearbook 1958, Table 164 veröffentlichten Wechselkurse.

Ägypten: Das Volkseinkommen wurde auf Grund der Angaben des Ministry of Industry geschätzt.
Ministry of Industry: Industry after the Revolution ..., a. a. O., S. 99.
Bevölkerung: wie USA.
Stromerzeugung: vgl. Tabelle 2.

Kolumbien: Sozialprodukt: wie USA.

Peru: Die Umrechnung in US Dollar erfolgte mit den im

Venezuela: Statistical Yearbook 1958, Table 164 veröffentlichten Wechselkurse.

Türkei: Bevölkerung: wie USA.

Griechenland: Bevölkerung: wie USA.

Belgisch-Kongo: Stromerzeugung: vgl. Tabelle 2.

Tabelle 8

Indexentwicklung der spezifischen Stromerzeugung
und des spezifischen Sozialprodukts
für ausgewählte entwickelte u. unterentwickelte Länder

USA		Dt. Reich bzw. BRD		Ägypten		Kolumbien		Peru		Venezuela		Griechenl.		Türkei		Belg. König.	
Zeit	1	2	Zeit	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1899-1908	100	100	1901-1905	100	100												
1909-1918	113	233	1906-1910	114	221												
1919-1928	135	497	1911-1924	121	378												
1929-1938	127	704	1925-1929	115	1416												
1939-1948	183	1352	1930-1934	99	1483												
			1935-1939	137	2572												
1950	100	100		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1957	113	163			162	195	108	171	122	275	100	184	169	279	157	211	127
																127	346

1 = Index des Sozialprodukts je Kopf

2 = Index der Stromerzeugung je Kopf

Quellen:

USA: Die spezifischen Indexwerte wurden aus Tabelle 3 in Verbindung mit Tabelle 5 errechnet.

Ab 1950: Statistisches Bundesamt: Statistisches Jahrbuch 1960, a. a. O., Internationale Übersichten, S. 133⁺.

Deutsches Reich bzw. BRD: wie USA.

Ägypten: Die spezifischen Indexwerte wurden aus Tabelle 4 in Verbindung mit Tabelle 6 errechnet.

Kolumbien: Das reale Sozialprodukt je Kopf in Indexform

Peru: wurde entnommen aus: UN: Statistical Yearbook

Venezuela: 1958, a. a. O., Table 161.

Belgisch-Kongo: Die Originalbasis 1953 = 100 wurde von uns auf 1950 = 100 umbasiert.

Die Indizes der Stromerzeugung je Kopf wurden aus Tabelle 2 in Verbindung mit Tabelle 4 errechnet.

Griechenland: Das reale Sozialprodukt je Kopf in Indexform wurde

Türkei: entnommen aus: Statistisches Bundesamt: Statistisches Jahrbuch 1960, a. a. O., Internationale Übersichten, S. 133⁺.

Die Indizes der Stromerzeugung je Kopf wurden aus Tabelle 2 in Verbindung mit Tabelle 4 errechnet.

2. Übersicht über die wichtigsten Prognoseverfahren zur Bestimmung des Strombedarfs in Europa und den USA

Um zur Gewinnung eines Überblicks über die in den meisten europäischen Ländern und in den USA gebräuchlichen Prognosemethoden zu kommen, hatte die Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (ECE) Fragebogen ausgegeben. Im März 1956 wurden die Antworten veröffentlicht.¹⁾

Diese Bestandsaufnahme ergab von Land zu Land beträchtliche Verfahrensunterschiede. Gleichzeitig wurde auch in einzelnen Ländern die Verwendung mehrerer Methoden nebeneinander festgestellt.

Das erste Unterscheidungsmerkmal ist die Fristigkeit der Prognose.

In allen aufgeführten Ländern ist die

Kurzfrist-Prognose über die Zeit von 2 bis 3 Jahren (= mittlere Baudauer eines Kraftwerks),

Mittelfrist-Prognose über die Zeit von 5 bis 10 Jahren,

Langfrist-Prognose über die Zeit von mehr als 10 Jahren (= langfristiger Trend)

vorzufinden.

Am häufigsten wird die Mittelfrist-Prognose für die Zwecke des praktischen Kapazitätsausbaus gehandhabt.

Die Herausarbeitung der von "zufälligen" Einflüssen befreiten Verbrauchskurven ist mittels der verschiedenen statistischen Verfahren möglich. Mit dem Hinweis auf die Methode der kleinsten Quadrate, das Pferdeschwanzverfahren, das Korridorverfahren und die gleitenden Durchschnitte werden die wichtigsten Verfahren genannt.

Mit ihnen werden letztlich zwei grundsätzliche Arten von Prognosen vorgenommen:

- a. Die erste Gruppe basiert auf der Anwendung einer mittleren jährlichen Zuwachsrate.
- b. Die zweite Gruppe besteht aus aufgegliederten Voraussagen, bei denen der Bedarf verschiedener Sektoren einzeln festgestellt und dann addiert wird.

1) Vgl. UN: Méthodes employées dans la détermination des prévisions de la consommation d'énergie électrique, Genève 1956, S. 2 ff.

Zu a) Die Verwendung einer mittleren Zuwachsrate ist die in Europa gebräuchlichste Methode.

Der konstante 7,2 %ige Zuwachsfaktor p. a. - als "klassische" Verdoppelungsregel der Stromerzeugung - scheint in Frankreich und der Bundesrepublik systematisch angewandt zu werden. Schweden rechnet mit 6,7 %, Italien mit 5,5 %, die Schweiz mit 4 %, Ungarn mit 7,5 %, Großbritannien mit 7 % und Belgien mit 5,5 %.

Verschiedene Länder arbeiten dagegen auch mit abnehmenden Zuwachsraten, wie sie sich aus der logistischen (S-) Kurve nach der

$$\text{Formel } \log E = \frac{C}{1 + me^{-at}}$$

ergeben. 1)

E = Erzeugung an elektrischer Energie nach t Jahren

e = Erzeugung an elektrischer Energie im Ausgangsjahr

C = Konstante

a = Konstante

m = Konstante

t = Zeit der Prognose

In vereinfachter Weise verwendet Großbritannien die Formel

$$q = \frac{492}{t - 1878}$$

q = Zuwachsfaktor in %

t = gesuchtes Jahr

492 = Konstante

1878 = Ausgangsjahr

Für das Jahr 1930 ergibt sich so ein jährlicher Zuwachs von 9,5 %, für 1954 von 6,7 % und für 1960 von 6 %.

Nach dem Vanoniplan sind für Italien die Zuwachsraten im Zeitraum 1954 bis 1960 auf 6,3 % p. a., 1960 bis 1964 auf 5 % p. a. veranschlagt.

Ebenso rechnet Österreich, Finnland und Jugoslawien mit abnehmenden Zuwachsraten.

Eine Verbindung mit anderen Wirtschaftsdaten unternehmen AILLERET

1) Diese Formel ist der mathematische Ausdruck einer als S-Kurve verlaufenden Funktion. Durch die Bestimmung von C wird die obere Asymptote festgelegt. Die Konstanten a und m, als Erfahrungswerte der Vergangenheit, determinieren den langsamen oder schnellen Übergang in die Sättigungsphase.

(Frankreich), VAN MELE und UBAGHS (Belgien). Diese Autoren wurden im einzelnen im Kapitel II/2 a besprochen. ¹⁾

In Italien wird die Abschätzung des Stromverbrauchs auch auf dem spezifischen Stromverbrauch (kWh je Einwohner) und der Vermehrung der Bevölkerung aufgebaut.

Zu b) Die additive Strombedarfsabschätzung aus der unterstellten Entwicklung einzelner Verbrauchergruppen wird in folgenden Ländern gehandhabt:

Input-Outputanalyse: Italien ²⁾

Aufgliederung nach Sektoren und Teilschätzungen auf Grund von Teilextrapolationen:

Finnland
Frankreich
Griechenland
Italien
Luxemburg
Niederlande
Norwegen
Schweden
USA
Ungarn

Verbrauchsnormen:
(Planwirtschaften)

DDR
Polen
Rumänien
Tschechoslowakei
Ungarn
UdSSR

1) Vgl. S. 53 ff.

2) In Italien wird mittels "offener Systeme", d. h. also durch Einführung einer unabhängig Variablen, eine Dynamisierung der Leontieffschen Input-Outputmodelle erreicht. Damit ist eine Prognosemöglichkeit für den elektrizitätswirtschaftlichen Sektor im Rahmen der unterstellten Entwicklung in anderen Sektoren möglich. Dieses Verfahren fand in unserer Einteilung in Kapitel II/5 keine Berücksichtigung, da es für praktische Zwecke ein statistisches Material voraussetzt, das in wenigen Ländern gegeben ist.

Vgl. auch Platt, H.: Input-Outputanalyse, Meisenheim am Glan 1957, S. 33.

3 . Verzeichnis der Übersichten

Übersicht 1: Eigentumsverhältnisse in der ägyptischen Elektrizitätswirtschaft im Jahre 1958	S. 20
Übersicht 2: Entwicklung der Erzeugung in Ägypten 1952 - 1958	S. 25
Übersicht 3: Anteile einzelner Verbrauchergruppen am Gesamtstromverbrauch in Ägypten 1958	S. 26
Übersicht 4: Entwicklung der installierten Kapazität in Ägypten 1946 - 1958 in MW	S. 27
Übersicht 5: Überblick über die installierte Kapazität der wichtigsten Kraftwerke Ägyptens im Jahre 1958 in MW	S. 29
Übersicht 6: Prozentualer Anteil der wichtigsten Kraftwerke Ägyptens an der gesamten installierten Kapazität im Jahre 1958	S. 30
Übersicht 7: Die 12 wichtigsten Kraftwerke des Nildeltas im Jahre 1958	S. 31
Übersicht 8: Klassifizierung der Kraftwerke nach der Antriebsart und dem Energieträger in Ägypten 1958	S. 32
Übersicht 9: Durchschnittliche Steigerungsrate der Stromerzeugung in den USA, dem Deutschen Reich und der Bundesrepublik in % p. a. 1900 - 1958	S. 68
Übersicht 10: Durchschnittliche Steigerungsrate der Stromerzeugung ausgewählter Entwicklungsländer in % p. a. 1930 - 1958	S. 71
Übersicht 11: Durchschnittliche Steigerungsrate der Stromerzeugung je Kopf ausgewählter entwickelter und unterentwickelter Länder in % p. a. 1900 - 1958	S. 72
Übersicht 12: Stromerzeugung je 1000 \$ Gross National Product in den USA im Durchschnitt bestimmter Zeiträume 1899 - 1948	S. 75
Übersicht 13: Stromerzeugung je 1000 RM Volkseinkommen im Deutschen Reich im Durchschnitt bestimmter Zeiträume 1901 - 1939	S. 75
Übersicht 14: Indexvergleich der realen Sozialprodukt- und der Stromerzeugungsentwicklung in ausgewählten entwickelten und unterentwickelten Ländern 1950/1958	S. 76
Übersicht 15: Erwartete Zuwachsraten der Stromerzeugung in Ägypten 1958 - 1985	S. 112
Übersicht 16: Tendenzielle Abschätzung der Stromerzeugungswerte Ägyptens bis 1985	S. 112
Übersicht 17: Vergleich verschiedener Stromerzeugungsschätzungen für Ägypten in Mio. kWh einschließlich der chemischen Industrie	S. 113

Übersicht 18: Vergleich verschiedener Schätzungen über die Höchstlastentwicklung in Ägypten einschließlich der chemischen Industrie in MW 1958 - 1985 . . .	S. 116
Übersicht 19: Notwendige Entwicklung der installierten Kapazität gemäß der unterstellten Höchstlastentwicklung in Ägypten 1958 - 1985	S. 118
Übersicht 20: Entwicklung der Höchstlast und der garantierten Kapazität bis 1985 (ohne Kattara-Ausbau) in MW . . .	S. 140
Übersicht 21: Vergleich der notwendig erachteten installierten Kapazität mit der geplanten installierten Kapazität (ohne Kattara-Ausbau) in MW	S. 143
Übersicht 22: Zukünftige Investitionen in den Erzeugungsanlagen ohne die Kraftwerke Siouf, Damanhour und Assuan I 1960 - 1980	S. 154

4. Verzeichnis der Schaubilder

Bild 1: Entwicklung der Stromerzeugung in Ägypten	S. 24
Bild 2: Entwicklung der Höchstlast in Ägypten	S. 27
Bild 3: Welterzeugung an Energieträgern	S. 45
Bild 4: Schematische Darstellung der Stromerzeugungs- entwicklung	S. 53
Bild 5: Entwicklung der Stromerzeugung verschiedener Länder	S. 55
Bild 6: Spezifische Stromerzeugung und jährlicher Zuwachs der Stromerzeugung	S. 58
Bild 7: Nationaleinkommen und Elektrizitätsverbrauch je Einwohner und Jahr	S. 62
Bild 8: kWh-Erzeugung je Kopf und Volkseinkommen je Kopf für verschiedene Länder der Welt	S. 63
Bild 9: Vergleich zwischen Stromverbrauch und National- einkommen (pro Kopf) 1938/1950/1954	S. 64
Bild 10: kWh-Erzeugung je Kopf und Volkseinkommen in \$ je Kopf 1955	S. 64
Bild 11: Stromerzeugung in den USA, dem Deutschen Reich und der Bundesrepublik 1900 - 1958	S. 66
Bild 12 a - c: Stromerzeugung einiger ausgewählter unterentwickelter Länder	S. 70
Bild 13: Spezifische Stromerzeugung in einigen ausge- wählten entwickelten und unterentwickelten Ländern	S. 72
Bild 14: Stromerzeugung je Kopf und jährliche Zu- wachsrate der Gesamterzeugung im Durch- schnitt bestimmter Zeiträume für ausge- wählte entwickelte und unterentwickelte Länder	S. 73
Bild 15: Langfristiger Indexvergleich der Entwick- lung des Sozialprodukts und der Stromer- zeugung in den USA und dem Deutschen Reich 1900 - 1948	S. 74
Bild 16: Theoretische Darstellung langfristiger Stromerzeugungsentwicklung	S. 80
Bild 17: Gegenüberstellung der verschiedenen An- nahmen über die Höchstlastentwicklung und der garantierten Kapazität des geplanten Ausbaus in Ägypten 1955 - 1985	S. 141
Bild 18: Zukünftige Entwicklung des Volkseinkom- mens und der Stromerzeugung in Ägypten	S. 145
Bild 19: Der geplante Netzausbau in Ägypten	S. 146

5. Literaturverzeichnis

A. Bücher und einmalige Erscheinungen

(bzw. Beiträge zu Sammelwerken)

Abkürzungen:

CIGRE = Conférence International des Grands Réseaux Électriques

OEEC = Organization for European Economic Cooperation

UN = United Nations

VDEW = Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke

WPC = World Power Conference

Die hierunter aufgeführten Schriften sind Beiträge zu den einzelnen Tagungen.

ADOLPH, JOHANNES - MELCHINGER, EUGEN - WOLF, MAX: Gutachten über die Reservehaltung in Kraftwerken und Leitungsnetzen, erstattet im Auftrage der VDEW, Frankfurt a. M. 1952.

ALLEN, ROY G. D.: Statistik für Volkswirte, übersetzt von WOLFGANG FÖRSTER, Tübingen 1957.

AYRES, EUGENE und SCARLOTT, CHARLES A.: Energy Sources, the Wealth of the World, New York 1952.

ARESPACCOCHAGA, JUAN DE: La production d'énergie électrique en rapport avec l'expansion économique de l'Espagne, WPC, Belgrad 1957, Bericht A/27.

BARANOW, L. v.: Grundbegriffe moderner statistischer Methodik, II. Teil, Zeitliche und kausale Zusammenhänge, Stuttgart 1950.

BAUER, PETER T.: Economic Analysis and Policy in Underdeveloped Countries, 2. ed., London 1958.

BAUER, PETER T. und YAMEY B. S.: The Economics of Underdeveloped Countries, 3. ed., Cambridge 1959.

BEHREND, RICHARD: Die wirtschaftliche und soziale Revolution in den unterentwickelten Ländern, 2. Auflage, Bern 1959.

BERKENHOFF, GEORG: Energie von A - Z, München 1954.

BIAGGI, FRANCAANTONIO - BOSELLI, FULVIO - FROSSI, PAOLO: Rapport entre les immobilisations de capital dans l'industrie manufacturière et la puissance génératrice alimentant cette industrie, WPC, Belgrad 1957, Bericht A/33.

BICKEL, WILHELM: Finanzpolitische Bedingungen stetigen Wirtschaftswachstums, in: Finanz- und währungspolitische Bedingungen stetigen Wirtschaftswachstums, Schriften des Vereins für Socialpolitik, Neue Folge, Bd. 15, Berlin 1959.

BILLERBECK, KLAUS: Deutscher Beitrag für Entwicklungsländer, Hamburg 1958.

--- Struktur und Entwicklung der ägyptischen Wirtschaft, Hamburg 1956.

- BOMBACH, GOTTFRIED: Quantitative und monetäre Aspekte des Wirtschaftswachstums, in: Finanz- und währungspolitische Bedingungen stetigen Wirtschaftswachstums, Schriften des Vereins für Socialpolitik, Neue Folge, Bd. 15, Berlin 1959.
- BULLARD, READER: The Middle East, A Political and Economic Survey, 3. ed., London - New York - Toronto 1958.
- BUNDESSTELLE FÜR AUSSENHANDELSINFORMATIONEN: Merkblätter für den deutschen Außenhandel, Ägypten, Köln 1957.
- CLARK, COLIN: The Conditions of Economic Progress, 3. ed., London 1957.
- DANIEL, G. H. und ROBINSON E. A. G.: Planning of Investment in Fuel and Power in Under-Developed Countries, WPC, Belgrad 1957, Bericht A/15.
- DEUTSCHE SHELL AG: Struktur und Entwicklung des Weltenergieverbrauchs, Hamburg 1959.
- DEUTSCHER AUSSCHUSS FÜR TECHNISCHES SCHULWESEN: Spannung-Widerstand - Strom, Berlin 1931.
- DIE ELEKTRIZITÄTSWIRTSCHAFT IM DEUTSCHEN REICH, Jahrbuch 1935, hrsg. von der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung der Reichsgruppe Energiewirtschaft der deutschen Wirtschaft, Berlin 1935.
- DOMAR, EVSEY D.: Essays in the Theory of Economic Growth, New York 1957.
- EGNER, ERICH: Blüte und Verfall der Wirtschaft, Leipzig 1935.
- SHRILICHER, WERNER: Die volkswirtschaftliche Bedeutung des Sparens und der wirtschaftlichen Entwicklung, in: Untersuchungen über das Spar-, Giro- und Kreditwesen, Bd. 2, hrsg. von FRITZ VOIGT, Berlin 1958.
- ÉLECTRICITÉ DE FRANCE: General Electrification Scheme for Egypt, Volume I, General Reports and Conclusions
Volume II, Detailed Reports
Volume III, Tables, Diagrams and Maps, Paris 1955.
- Travaux d'investissement, Paris 1959.
- ENERGIEQUELLEN DER WELT, Schriften des Instituts für Konjunkturforschung, Sonderheft 44, Berlin 1937.
- EUCKEN, WALTER: Die Grundlagen der Nationalökonomie, 6. Auflage, Berlin - Göttingen - Heidelberg 1950.
- EUROPÄISCHE ATOMGEMEINSCHAFT (EURATOM): III. Gesamtbericht März 1959 - April 1960, April 1960 (ohne Ort).
- EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFT FÜR KOHLE UND STAHL: Untersuchungen über Struktur und Tendenzen der Energiewirtschaft in den Ländern der Gemeinschaft, 1957 (interner Bericht).
- Erster Bericht über eine koordinierte Energiepolitik, 1959 (interner Bericht).
- EUSTRATIOU, GEORG: Die Problematik der griechischen Energiewirtschaft, Karlsruher Dissertation 1953.
- FISCHER, BERND: Die zukünftige Entwicklung des Strombedarfs in der Bundesrepublik Deutschland, mit Darstellung der Prognosen und Prognosemethoden und die technisch-wirtschaftlichen Bestrebungen zur Anpassung der Stromerzeugung, Nürnberger Dissertation 1960. (Manuskript).

- FLASKÄMPER, PAUL: Allgemeine Statistik, Grundriß der Statistik, Teil I, 2. Auflage, Hamburg 1953.
- FREIBERGER, R. und SCHULZ, F.: Some Relations between Industrial Production and Consumption of Energy, WPC, Belgrad 1957, Bericht A/9.
- FUCKS, WILHEM und MANDEL, HEINRICH: Atomenergie und Elektrizitätserzeugung, München 1956.
- GARDENT, P. und LESOURNE, J.: Méthodes mises en oeuvre pour prévoir l'évolution de la consommation de charbon, WPC, Wien 1956, Bericht 96 B/8.
- GERLACH, WALTHER: Probleme der Atomenergie, München 1948.
- Wesen und Bedeutung der Atomkraftwerke, München - Düsseldorf 1955.
- GIL-PELAEZ, JOSE - CAMOCHO, ANTONIO - REVILLA, PEDRO: Economic Development and Energy Consumption in Spain, WPC, Belgrad 1957, Bericht A/31.
- GOLDING, E. W. und FINN-KELCEY, P. G.: The Economic Possibilities of Local Energy Resources to Supply Power for Agriculture in Under-Developed Areas, WPC, Belgrad 1957, Bericht B 4/13.
- GROSS, HERBERT: Neue Märkte, Düsseldorf 1953.
- GUTH, WILFRIED: Der Kapitalexport in unterentwickelte Länder, Basel - Tübingen 1957.
- HELMSTÄDTER, ERNST: Produktionsstruktur und Investitionen in wachstumstheoretischer Sicht, Heidelberger Dissertation 1956.
- HOFFMANN, WALTHER G. und MÜLLER, J. HEINZ: Das deutsche Volkseinkommen 1851 - 1957, Tübingen 1959.
- HIGGINS, B.: Concepts and Criteria of Secular Stagnation, Income, Employment and Public Policy. Essays in Honour of A. H. Hansen, New York 1948.
- HUNTER, J. K. und PEDDER, A. W.: The Integral Use of Regional Water Resources, WPC, Belgrad 1957, Bericht A/3.
- JOSTOCK, PAUL: The Long-Term Growth of National Income in Germany, in: Income and Wealth, Series V, London 1955.
- JUKES, J. A.: Economic Factors Affecting the Establishment of Nuclear Power in Under-Developed Countries, WPC, Belgrad 1957, Bericht A/7.
- KELLER, THEODOR v.: Gesichtspunkte für die Gestaltung der Elektrizitätsversorgung und der Elektrizitätspreise in Entwicklungsländern, WPC, Belgrad 1957, Bericht A/24.
- KLATT, SIEGURD: Zur Theorie der Industrialisierung, Köln - Opladen 1959.
- KOCH, J.: Anlagekosten und Wärmeverbrauch von Dampfkraftwerken, in: Verbrauchsorientierte Stromerzeugung, hrsg. von F. MARGUERRE, Baden - Baden 1951.
- KÖNIGSHOFER, ERWIN: Kurzgefaßte Elektrizitätswirtschaftslehre, Wien 1952.
- KOPELIOWITCH, J.: Développement de la production de l'électricité et la considération sur le problème de la satisfaction des besoins futurs, CIGRE, Session 1948, Bericht 313.
- Concerning the Growth of Electricity Production and some Consideration of the Problem of Meeting the Future Demand, CIGRE, Meeting 1950, Bericht 340.

- KOSHAIRY, MAHMOUD A. B. El - ZEID, ABU M. M. - IBIARY, M. Y. El - NABIH, MOHAMMED K.: Electrical Power Generation and Distribution in the Egyptian Region of the United Arab Republic, Kairo 1958.
- KOSHAIRY, MAHMOUD A. B. El und NABIH, MOHAMMED K.: Electrical Power Generation and Distribution in the Egyptian Region of the United Arab Republic, WPC, Madrid 1960, Bericht I B/18.
- KRONKE, HEINRICH - PLOCHG, MARCELL - WISSEL, PETER: Die Kosten- und Ertragslage der Elektrizitätswirtschaft im Bundesgebiet, Enquête-Bericht des Bundesministerium für Wirtschaft erstattet, Frankfurt a. M. 1952.
- KUZNETS, SIMON: Income and Wealth of the United States, Trends and Structure, in: Income and Wealth, Series II, Cambridge 1952.
- LANDERRAT DES AMERIKANISCHEN BESATZUNGSGEBIETES: Statistisches Handbuch von 1928 - 1944, München 1949.
- LAZAR, PETER und ZENTAI, BELA: Untersuchungen über den Zusammenhang von Energieverbrauch, Produktionsvolumen und Arbeitsproduktivität in der Maschinenindustrie, WPC, Belgrad 1957, Bericht A/32.
- LEENER, M. DE: Influence des dépenses en énergie électrique sur le revenu national, essai de comparaison avec quelques autres pays, WPC, Belgrad 1957, Bericht A/14.
- LEWIS, WILLIAM ARTHUR: Die Theorie des wirtschaftlichen Wachstums, übersetzt im Auftrage der List-Gesellschaft von Professor Dr. H. v. BECKERATH, Tübingen - Zürich 1956.
- LITTLE, TOM: Egypt, London 1958.
- MAAS, H. VAN DER: Preisdifferenzierung und Preisdiskriminierung in der Energieversorgung, in: Neuere Entwicklung der Energiepreisbildung, Tagungsberichte des Energiewirtschaftlichen Instituts an der Universität Köln, H. 8, München 1956.
- MANGOLDT, WALTER v. und WILHELMS, HELMUT: Energieübertragung und Energieverteilung, in: Die Entwicklung der Starkstromtechnik, hrsg. von den Siemens-Schuckertwerken AG, Erlangen 1953.
- MARGUERRE, F.: Stellungnahme zu den Vorträgen "Die Kohle in der Elektrizitätswirtschaft", Düsseldorf 1953.
- MEIMBERG, RUDOLF und JÜRGENSEN, HARALD: Probleme zur Finanzierung von Investitionen in Entwicklungsländern, Schriften des Vereins für Socialpolitik, Neue Folge, Bd. 16, Berlin 1959.
- MELE, R. VAN: Prévision des besoins d'énergie primaire en Belgique, WPC, Wien 1956, Bericht 262 A/34.
- MEYER, A. J.: Middle Eastern Capitalism, Cambridge, Mass., 1959.
- MICHAELIS, ALFRED: Wirtschaftliche Entwicklungsperspektiven des mittleren Ostens, Kiel 1956.
- Wirtschaftliche Entwicklungsprobleme des Mittleren Osten, Kiel 1960.
- MINISTRY OF INDUSTRY: Industry after the Revolution and the Five Year Plan, Kairo 1957.
- MINISTRY OF PUBLIC WORKS, UNITED ARAB REPUBLIC ELECTRICITY COMMISSION: Electrical Power Generation and Distribution in the Egyptian Region of the United Arab Republic, Kairo 1960.

- Size of Units for Cairo-South, Damanhour and Talkha Power Stations, Kairo 1959.
- MUELLER, HERBERT, F.: Probleme der Energiewirtschaft, Berlin - München 1956.
- Der Einfluß der Energiewirtschaft auf die wirtschaftliche und soziale Struktur, Mitteilungen der List-Gesellschaft, Nr. 10, Basel 1957.
- Bedeutung und Problematik von Energiebilanzen, Karlsruhe 1958.
- MUELLER, HERBERT F. und FREWER, HANS: Das methodische Vorgehen zur Ermittlung der Einflußfaktoren auf den Energieverbrauch, WPC, Belgrad 1957, Bericht A/36.
- MUSIL, LUDWIG: Praktische Energiewirtschaftslehre, Wien 1949.
- MYRDAL, GUNNAR: Economic Theory and Under-Developed Regions, 3. ed., London 1958.
- NIEMANN, PAUL: Die Verbrennungskraftmaschine im Dienste der Wirtschaft von Entwicklungsländern, WPC, Belgrad 1957, Bericht A/18.
- NURKSE, RAGNAR: Problems of Capital Formation in Under-Developed Countries, Oxford 1953.
- OEEC: Europe's Growing Needs of Energy - How can they be met?, Paris 1956
In der deutschen Übersetzung: Europas Energiebedarf, sein Anwachsen, seine Deckung, 2. auflage, Bonn 1956, hrsg. vom Bundesministerium für wirtschaftlich Zusammenarbeit.
- The Electricity Supply Industry in Europe 1955, Paris 1956.
- The Electricity Supply Industry in Europe 1957 - 75, 8th Inquiry, Paris 1958.
- Industrial Statistics 1900 - 1955, Paris 1955.
- OKITA, SABURO: Foreseeable Economic Importance of the Utilization of Nuclear Energy in Underdeveloped Countries, WPC, Belgrad 1957, Bericht A/10.
- OLIVEIRA, AMÉRICO BARBOSA DE: Vorausseestimmung des Bedarfs an elektrischer Energie und Planung der Elektrifizierung in unterentwickelten Ländern, WPC, Rio de Janeiro 1954, Titulo 1, Assunto 1,1.
- PAULSEN, ANDREAS: Allgemeine Volkswirtschaftslehre, Teil II, Berlin 1956.
- Wirtschaftliche und soziale Grundprobleme stetigen Wirtschaftswachstums, in: Finanz- und währungspolitische Bedingungen stetigen Wirtschaftswachstums, Schriften des Vereins für Socialpolitik, Neue Folge, Bd. 15, Berlin 1959.
- PHARISIEN, C.: Le rôle du pétrole dans la mise en valeur des pays sous-développés, WPC, Belgrad 1957, Bericht B 4/23.
- PLATT, HEINZ: Input-Output-Analysen, Meisenheim am Glan 1957.
- PLETT, HANS: Ökonometrische Nachfrageuntersuchungen in der Energiewirtschaft, München 1954.
- POZAR, HROVOJE: Une méthode pour la comparaison des centrales hydroélectriques dans les régions insuffisamment développées, WPC, Belgrad 1957, Bericht B 1/18.

- PUTNAM, PALMER C.: Energy in the Future, London 1954.
- REINDL, C. und DACHAUER, G.: Die Wasserkraftdarbietung der Bundesrepublik und die Einfuhrmöglichkeit aus Österreich, in: Verbrauchsorientierte Stromerzeugung, hrsg. von F. MARGUERRE, Baden-Baden 1951.
- RIDDER, JOHS.: The Use of Different Forms of Power, with a View to Increasing Productivity and Improving the Standard of Living, WPC, Belgrad 1957, Bericht B 4/24.
- ROSE, GÜNTHER: Der westdeutsche Energiebedarf - Zur Problematik einer Prognose, Kieler Dissertation 1958.
- ROST, HERBERT: Entwicklungslinien der Elektrowirtschaft, Mindelheim 1951.
- SCHMÖLDERS, GÜNTHER: Konjunkturen und Krisen, Hamburg 1955.
- SCHNEIDER, ERICH: Einführung in die Wirtschaftstheorie, Teil I, 6. Auflage, Tübingen 1956.
- Einführung in die Wirtschaftstheorie, Teil II, 5. Auflage, Tübingen 1958.
- Einführung in die Wirtschaftstheorie, Teil III, 4. Auflage, Tübingen 1957.
- SCHUMPETER, JOSEPH, A.: Kapitalismus, Sozialismus und Demokratie, 2. Auflage, München 1950.
- Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung, 5. Auflage, Berlin 1952.
- SOMBART, WERNER: Die deutsche Volkswirtschaft im 19. Jahrhundert und im Anfang des 20. Jahrhunderts, 8. Auflage, Stuttgart 1954.
- STUCKEN, RUDOLF: Ägypten und Syrien - Entwicklungsbedingungen und Entwicklungschancen, in: Untersuchungen einzelner Entwicklungsländer, Schriften des Vereins für Socialpolitik, neue Folge, Bd. 21, Berlin 1960.
- THE MIDDLE EAST 1959, 7. ed., hrsg. von Europa Publications Limited, London 1959.
- TINBERGEN, JAN: Einführung in die Ökonometrie, Wien - Stuttgart 1952.
- The Design of Development, Baltimore 1958.
- VAKIL, C. N. und BRAHMANAND, P. R.: Planning for an Expanding Economy, Accumulation, Employment and Technical Progress in Underdeveloped Countries, Bombay 1956.
- VELANDER, EDY: A Tentative Theory of Long Time Energy Prognoses, WPC, Wien 1956, Bericht 72 B/6.
- VDEW: Begriffsbestimmungen in der Energiewirtschaft,
1. Ausgabe Frankfurt a. M. 1953,
2. Ausgabe Frankfurt a. M. 1956.
- Ringbuch für Energiewirtschaft, hrsg. von der VDEW in Zusammenarbeit mit dem Verband der deutschen Gas- und Wasserwerke (VGW), Frankfurt a. (laufende Ergänzung).
- VINER, JACOB: International Trade and Economic Development, Glencoe (Illinois) 1952.
- WAGEMANN, ERNST: Konjunkturlehre, Berlin 1928.
- Narrenspiegel der Statistik, 3. Auflage, München 1950.
- Welt von Morgen: Wer wird der Herr der Erde?, Düsseldorf 1952/53.

- WALKER, L. CISLER - CAMPBELL, F. DOUGLAS - CRAIG, H. GLENN: Optimum Investment in Electric Power for Economically Underdeveloped Countries, WPC, Belgrad 1957, Bericht A/19.
- WEBER, WILHELM: Österreichs Energiewirtschaft, wien 1957.
- UN: world Energy Supplies in Selected Years 1929 - 1950, New York 1952.
- world Energy Requirements in 1975 and 2000, International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy, Geneva 1955.
- Processes and Problems of Industrialization in Under-Developed Countries, New York 1955.
- Analysis and Projections of Economic Development, Part I, An Introduction to the Technique of Programming, New York 1955.
- Energy Requirements and Economic Growth, International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy, New York 1956.
- Méthodes employées dans la détermination des prévisions de la consommation d'énergie électrique, Genève 1956.
- in deutscher Übersetzung: Methoden, die zur Bestimmung des Stromverbrauchs verwandt werden, hrsg. von der VDEW, Frankfurt a. M. 1956.
- Electric Power in Asia and the Far East 1951 - 1955, Bangkok 1957.
- Statistics of National Income and Expenditure, New York 1957.
- World Energy Supplies in Selected Years 1951 - 1954, New York 1957.
- The Development of Manufacturing Industry in Egypt, Israel and Turkey, New York 1958.
- US BUREAU OF THE CENSUS: Historical Statistics of the United States 1789 - 1945, Washington 1949.
- WESSELS, THEODOR: Der volkswirtschaftliche Fortschritt und die Entwicklung der Energiewirtschaft, in: Entwicklungsprobleme der Energiewirtschaft, Tagungsberichte des energiewirtschaftlichen Instituts der Universität Köln, H. 5, München 1952.
- Die voraussichtliche Entwicklung des Energiebedarfs in Westdeutschland von 1956 - 65, in: Das Wachstum des Energiebedarfs in volkswirtschaftlicher und betriebswirtschaftlicher Sicht, Tagungsberichte des energiewirtschaftlichen Instituts an der Universität Köln, H. 9, München 1957.
- YOUNGSON, A. J.: Possibilities of Economic Progress, Cambridge 1959.

B. Aufsätze in Zeitschriften und periodischen Veröffentlichungen
(einschließlich der regelmäßigen statistischen Publikationen)

Verzeichnis der verwendeten Zeitschriften mit dem jeweiligen Erscheinungsort. Bei häufig herangezogenen Zeitschriften erfolgt die Angabe der gebräuchlichen Abkürzung.

Archiv für Energiewirtschaft, Berlin.

Atom & Strom, Frankfurt a. M.

Bulletin de la Société Française des Électriciens, Paris.

Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins = Bull.S.E.V.,
Zürich.

Chemische Industrie, Düsseldorf.

Der Arbeitgeber, Düsseldorf.

Der Volkswirt, Frankfurt a. M.

Die Atomwirtschaft, Düsseldorf.

Electrical Engineering, New York.

Electrical World, New York.

Elektrizitätswirtschaft = EW, Frankfurt a. M.

Energietechnik, Berlin.

Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Frankfurt a. M.

Erdöl und Kohle, Hamburg.

Frankfurter Allgemeine Zeitung für Deutschland, Frankfurt a. M.

Glückauf, Essen.

Handelsblatt, Düsseldorf.

Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik, Stuttgart.

Industriekurier und Beilage "Technik und Forschung", Düsseldorf.

Neue Züricher Zeitung, Zürich.

Ordo, Jahrbuch für die Ordnung von Wirtschaft und Gesellschaft,
Bad Godesberg.

Österreichische Zeitschrift für Elektrizitätswirtschaft, Wien.

Praktische Energiekunde, Karlsruhe.

Quaderni di studi e notizie, Milano (Mailand).

Revue Énergie, Bruxelles (Brüssel).

Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik, Basel.

Siemens-Zeitschrift, Berlin - München - Erlangen.

Technik und Wirtschaft, Berlin.

The Economic Journal, London.

The Geographical Journal, London.

The Journal of Political Economy, Chicago.

The Proceedings of the Institution of Electrical Engineers, London.

UNIPEDE (Union International des Producteurs et Distributeurs d'Énergie Électrique), Paris.

Circulaire Périodique (Quartalsoerichte bis 1955).

L'Économique Électrique (ab 1955).

Vereinigter Wirtschaftsdienst, Hamburg.

Weltkartei der Wirtschaftspresse, Hamburg.

Weltwirtschaftliches Archiv, Hamburg.

Zeitschrift für Nationalökonomie, Wien.

AILLERET, PIERRE: L'évolution probable de la production et de la distribution de l'énergie électrique, in: Bulletin de la Société Française de Electriciens, April 1948.

--- Sensibilité de la consommation électrique à la conjoncture, Bericht an die OEEC, in: Circulaire Périodique der UNIPEDE, 26. Jg. (1952), Nr. 18, 1er Trim.

--- Zukunftsprognosen, in: Bull.S.E.V., Bd. 46 (1955).

ANNUAIRE DE LA FÉDÉRATION ÉGYPTIENNE DE L'INDUSTRIE,

1953/54, Kairo 1955,

1954/55, Kairo 1956,

1955/56, Kairo 1957.

BALL, JOHN: Problems of the Libyan Desert, in: The Geographical Journal, Bd. 70 (1927).

--- The Qattara Depression of the Libyan Desert and the Possibility of its Utilization for Power-Production, in: The Geographical Journal, Bd. 82 (1933).

BANK OF EGYPT, Economic Bulletin, Vol. IX, Kairo 1956.

--- Vol. X, Kairo 1957.

--- Vol. XI, Kairo 1958.

--- Vol. XII, Kairo 1959.

BATCHELER, HOWARD R. und NELSON, HARLAN W.: Die Zukunft flüssiger und gasförmiger Brennstoffe, in: EW, 55. Jg. (1956), H. 17.

BECKMANN, ohne Vorname: Zur Definition einiger Energiebegriffe, in: Energietechnik, 9. Jg. (1959), H. 5.

BRANDT, KARL: Zur Theorie des wirtschaftlichen Wachstums, in: Zeitschrift für Nationalökonomie, Bd. XVII, 1957.

BRECHTEL, J.: Die energiewirtschaftlichen Entwicklungsmöglichkeiten Ägyptens, in: Praktische Energiekunde, 7. Jg. (1959), H. 3.

EBERT, KONRAD und LUDWIG, SIEGFRIED v.: Vorschau auf die Energiebedarfsentwicklung der Bundesrepublik in den nächsten 20 Jahren, in: Glückauf, 92. Jg. (1956), H. 41/42.

- ERHARD, LUDWIG: Investitionen in der Energiewirtschaft in Ausrichtung auf den Verbraucher, in: EW, 54. Jg. (1955), H. 11.
- FELIX, FRÉMONT: Revenu national et consommation d'énergie électrique, in: L'Économie Électrique, Bulletin der UNIPEDE, 1955, 2e Trim.
- FRANK, KARL: Finanzierungsaufgaben beim Ausbau der kommunalen Energie- und Wasserversorgung, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 1956, Nr. 52.
- Die volkswirtschaftliche Bedeutung einer leistungsfähigen Elektrizitätsversorgung, in: EW, 57. Jg. (1958), H. 17.
- GOLDSCHMID, W.: Der zukünftige Energiebedarf der Welt und seine Deckung, in: Bull.S.E.V., Bd. 46 (1955), Nr. 13.
- GRÜNER, E.: Hydraulische Planungen im mittleren Orient, in: Neue Züricher Zeitung vom 6. 1. 1955.
- HANSEN, ALVIN H.: The Pigouvian Effect, in: The Journal of Political Economy, Vol. 59 (1951).
- HEUN, IRENE: Auslandshilfe für Ägyptens Entwicklungsprogramme, in: Der Volkswirt, 12. Jg. (1958), Nr. 26.
- Assuan - eine verpaßte Gelegenheit?, in: Der Volkswirt, 14. Jg. (1960), Nr. 6.
- HOFFMANN, WALTHER G.: Zur Realitätsbezogenheit wachstums-theoretischer Annahmen, in: Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik, 92. Jg. (1956).
- HOOPER, D. C.: Industrial Use of Electrical Energy, in: Electrical World vom 8. 1. 1953.
- KÖHN, H.: Der westdeutsche Energiebedarf bis 1975 und seine Deckung, in: Erdöl und Kohle, 10. Jg. (1957), Nr. 6.
- JOUVENEL, BERTRAND DE: Les ressources actuelles et les besoins futurs d'énergie d'après le Rapport Paley, in: Revue Française de l'Énergie, übersetzt in: Archiv für Energiewirtschaft, 1954, Nr. 1/54.
- KRELLE, W.: Investitionsquote, Wachstumsrate, Kapazitätsausnutzung und Disproportionalität in der fortschreitenden Wirtschaft, in: Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik, Bd. 166 (1954).
- KRIEG, E. H. und LEONHARD, H. C.: Gompertz Curves Aid Utility Growth, in: Electrical World vom 9. 9. 1957.
- LAHIRI, A. und GHOSAL, A.: Die Energiewirtschaft der Indischen Union, in: The Eastern Economist, Neu Delhi, Nr. 6, vom 6. 2. 1959, übersetzt vom Hamburgischen Weltwirtschaftsarchiv, in: Weltkartei der Wirtschaftspresse, B 42/n 13 a/4.
- LALANDER, S. und BÄRLUND, M.: Erfahrungen in Schweden mit der mittelfristigen Voraussage über die Stromverbrauchsentwicklung, in: EW, 53. Jg. (1954), H. 3.
- LEHBERT, BERNDT: Beitrag zum Problem der Energieprognose, in: Weltwirtschaftliches Archiv, Bd. 84 (1960), H. 2.
- LESCH, GUNTAM: Zukunftsentwicklung des Elektrizitätsverbrauchs im Rahmen des Gesamtenergiehaushaltes, in: EW, 50. Jg. (1951), H. 9.

Lebenslauf

Am 6. 10. 1934 kam ich als Sohn des Dr. jur. und Diplom-Volkswirts Ludwig Holzer und seiner Ehefrau Gunde, geb. Wehrl, in München zur Welt. Infolge der beruflichen Tätigkeit meines Vaters als rechtskundiger Bürgermeister in Kaiserslautern verbrachte ich die ersten Schuljahre in dieser Stadt. Ich besuchte dort die Volksschule von 1940 bis 1944, die Oberrealschule von 1944 bis 1948.

Nach dem Krieg verzog unsere Familie nach Erlangen, wo ich im Juni 1953 an der Ohm-Oberrealschule die Reifeprüfung ablegte.

Im Anschluß an die Schulzeit trat ich als kaufmännischer Industriepraktikant in die Dienste der Firma Siemens-Schuckertwerke AG ein. Nach einer 3jährigen Ausbildung unterzog ich mich im März 1957 vor der Industrie- und Handelskammer Erlangen und einer firmeninternen Kommission der Prüfung zum Industriekaufmann.

Die gute praktische und z. T. von Universitätsdozenten geleitete theoretische Ausbildung ermöglichte es mir bereits während meines Praktikums, in Abendseminaren 4 Semester Volkswirtschaftslehre an der Universität Erlangen zu studieren. Mein im Sommersemester 1955 begonnenes Studium der Volkswirtschaft beendete ich nach dem Wintersemester 1958/59 mit dem an der Universität Erlangen abgelegten Diplomexamen.

Die vorliegende Dissertation geht auf eine Anregung von Herrn Professor Dr. Rudolf Stucken zurück. Durch das Thema der Arbeit - "Die Elektrifizierung in Entwicklungsländern unter besonderer Berücksichtigung der Vereinigten Arabischen Republik / Ägyptische Region" - bot sich die Möglichkeit, meine an der Universität Erlangen gewonnenen theoretischen Kenntnisse mit den in einem Elektrogroßunternehmen gemachten praktischen Erfahrungen zu verbinden.

Jochen Holzer.

Photodruck von **Photo-Toni** ERLANGEN

Anton Meier & Co.
Erlangen - Hauptstraße 47 - Ruf 3144

